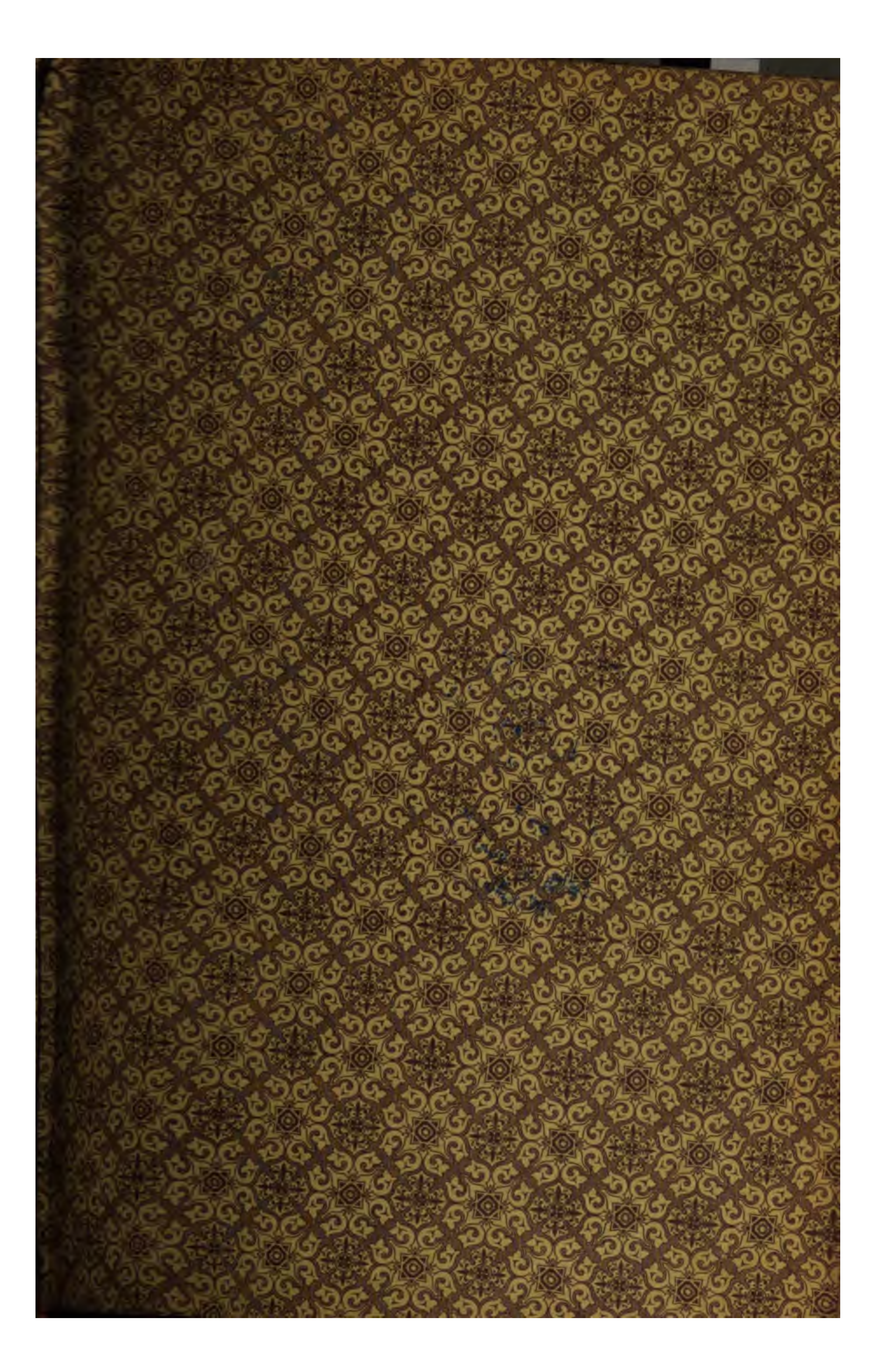

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06911499 3









Das

Buch der Erfindungen

Gewerbe und Industrien

VI

Neunte, durchaus neugestaltete Auflage



Das

Buch der Erfindungen

Gewerbe und Industrien

VI

Neunte, durchaus neugestaltete Auflage

Das Buch der Erfindungen

Gewerbe und Industrien

Gesamtdarstellung

aller Gebiete der gewerblichen und industriellen Arbeit

sowie von Weltverkehr und Weltwirtschaft

Neunte, durchaus neugestaltete Auflage

bearbeitet von

Dr. **F. Ahrens**, Prof. für landwirtschaftliche Technologie in Breslau — Prof. Dr. **W. Borchers** in Aachen — Dir. **H. Brüggemann** in Mülhausen i. E. — Hauptmann a. D. **J. Castner** in Friedenau — Zivilingenieur **E. Dalchow** in Berlin — **G. Ebe**, Architekt in Berlin — Architekt **J. Faulwasser** in Hamburg — Dr. **L. Grunmach**, Prof. a. d. techn. Hochschule zu Berlin — **M. Gürtler**, Direktor der höh. Webeschule in Berlin — **Hermann Haedicke**, Direktor der Königlichen Fachschule in Remscheid — Regierungsrat Dr. **H. Hecht** in Charlottenburg — Ingenieur **Julius Koch** in Zittau — **Max Kraft**, Prof. a. d. techn. Hochschule in Graz — Prof. Dr. **Lassar-Cohn** in Königsberg — Dr. **Richard Lowenthal**, Lehrer a. d. höh. Webeschule in Kottbus — Prof. **Ferd. Luthmer**, Direktor der Kunstgewerbeschule in Frankfurt a. M. — **Ernst Klima**, Direktor der k. k. Fachschule für Holzindustrie in Villach — Geheimrat Prof. **F. Reuleaux** in Berlin — **Franz Reh**, Prof. a. d. techn. Hochschule in Wien — Ingenieur **E. Rosenbaum** in Kiel — **J. Rowald**, Stadtbauinspektor in Hannover — **Chard Schwarz**, kaiserl. Marine-Oberbaurat in Berlin — Prof. Dr. **H. Settegast**, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts in Jena — **E. Treptow**, Prof. a. d. Bergakademie in Freiberg — Prof. **L. Troske** in Hannover — **R. Wilke**, Ingenieur für Elektrotechnik in Berlin — Prof. Dr. **F. Wüst**, Lehrer a. d. Hüttenschule in Duisburg — und vielen andern Fachmännern ersten Ranges

Sechster Band

Die Verarbeitung der Metalle

Mit 1617 Textabbildungen, sowie 6 Beilagen



Leipzig

Verlag und Druck von Otto Spamer

1900


THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR LENOX & TILDEN
FOUNDATIONS

Inhaltsverzeichnis
zum
Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien.
Neunte Auflage.
Sechster Band.
Die Verarbeitung der Metalle.
Die Verarbeitung des Eisens.
Von Direktor Hermann Haedicke.

Waffenindustrie.

Von Hauptmann a. D. J. Castner.

Die Feuerwaffen.

Schlösser, Geldschränke, eiserne Möbel.

Von Ingenieur Julius Hoch.

Die Verarbeitung von Kupfer, Bronze, Aluminium, Zink u. s. w.

Von Direktor Hermann Haedicke.

Erfindung und Herstellung der Uhren.

Von Geheimrat Prof. Dr. F. Reuleaux.

Gold- und Silberarbeiten.

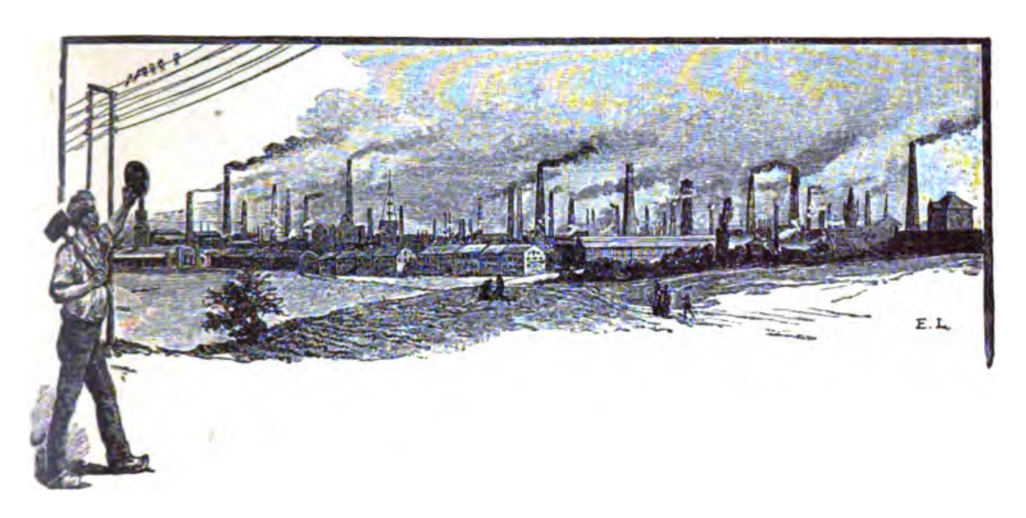
Von Prof. Ferd. Luthmer.

Münzen.

Von Zivilingenieur E. Dalchow.

Beilagen.

Die
Verarbeitung der Metalle.



Die Verarbeitung des Eisens.

Das in der Hütte hergestellte Rohmaterial gelangte früher ausschließlich unter den Hammer, der demselben die weitere Form gab, eine Zwischenform für den Handel behufs späterer endgültiger Verwendung: gröbere und feinere Stangen, Flacheisen und Bleche, auch wohl größere Blöcke. Die Neuzeit hat den Hammer zurückgedrängt und die erste Formgebung des sonst fertigen Rohmaterials vorzugsweise der Walze übertragen.

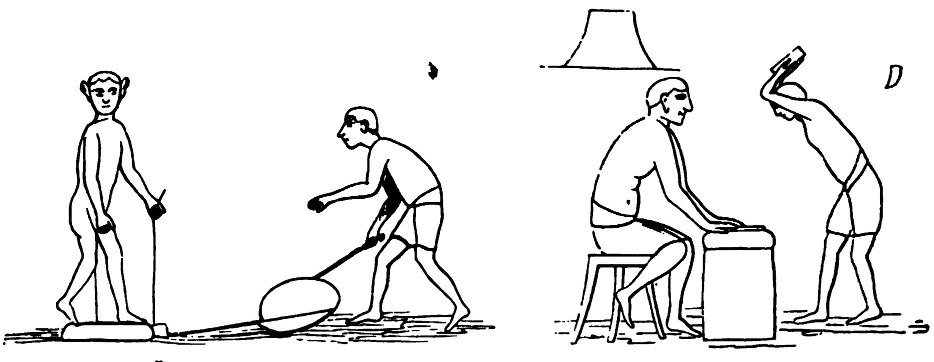
Wir folgen indessen der geschichtlichen Entwickelung und beschäftigen uns zunächst mit der Umformung des Eisens durch schmieden.

Die Schmiede.

Begriff des Schmiedens. Geschichtliches.

Unter schmieden versteht man die wechselseitige Bearbeitung eines Materials durch den Schlag, im Gegensatz zu hämmern, treiben, pressen oder walzen, wobei die Behandlung nur einseitig erfolgt. Während im letzteren Fall nur eine gewisse Dehnbarkeit von dem betreffenden Material verlangt wird, erfordert die Eigenschaft der Schmiedbarkeit eine große Zähigkeit, wie wir sie bei nur wenigen Körpern finden. Einige lassen sich, wie Blei, Zinn, Aluminium, Kupfer und einige seiner Legierungen, schon in kaltem Zustande einigermaßen schmieden; Zink muß etwas angewärmt werden und bleibt trotzdem nur unvollkommen schmiedbar, während das Schmiedeeisen namentlich in glühendem Zustande das eigentliche Schmiedematerial ist.

Die Kunst des schmiedens ist uralt und hat ihren Sitz in Äthiopien, wo noch heute nach dem primitiven Verfahren der Alten Eisen gewonnen wird. Auf einem Steine, der sich in Florenz befindet, finden wir (Abb. 2 u. 3) die bekanntermaßen älteste Darstellung des schmiedens (aus Ägypten), welche an dem Symbol *D* als Eisenschmiede erkennbar ist. Das erste Bild stellt ein Schmiedefeuer dar. Der durch seinen rundlichen Kopf als Sklave gekennzeichnete Arbeiter tritt den Blasebalg — eine einfache Tierhaut, wie es heute noch in abgelegenen Gegenden üblich ist — und bläst das von dem Meister bediente Feuer an. Die andere Darstellung zeigt, wie das auf einem steinernen Amboß von dem Meister gehaltene Eisenstück zugeschmiedet wird, und zwar wieder durch einen als Hammer dienenden Stein. Andere Abbildungen derselben Periode zeigen das erblasen des Eisens in offener Herdgrube, eine andere einen Schmelzofen aus Thon,



2. Ägyptisches Schmiedefeuer. 3. Ägyptische Schmiede.
Nach altägyptischen Darstellungen.





4. Römischer Grobschmied. 5. Römische tragbare Schmiede.
Nach Reliefs auf Sarkophagen.





6. Vulkan, für Jupiter den Blitz schmiedend. 7. Römischer Schmied mit dem Handhammer arbeitend.
Nach Vasenbildern.

während wieder eine andere eine starke Kupferplatte als Amboß und eine runde Kupferkugel ohne Stiel als Hammer darstellt.

Unter den vielen bildlichen Darstellungen aus alter Zeit mögen noch einige römische angeführt werden. Abb. 4 stellt das Flachrelief eines römischen Sarkophags dar, eine lebensvolle Wiedergabe der Handschmiederei. Abb. 5 — ein Grabstein im Museum des Lateran — zeigt eine uralte Schmiede mit einem schon etwas künstlicheren Schmiedefeuer, welches sogar mit einem Hebel zum Betrieb des Blasebalges versehen zu sein scheint, der freilich von anderer Seite als Tragstange des alsdann transportabel zu denkenden Feuers angesehen wird. Abb. 6 ist eine Darstellung zum Vergil im Vatikan und zeigt, wie Vulkan dem Zeus den Blitz schmiedet, und Abb. 7 stellt einen oft auf Vasen abgebildeten Schmied dar, nebst Zange als Symbol. Sehr hübsch ist die Darstellung einer Gruppe geflügelter Eroten auf einem römischen Sarkophag

(Abb. 8), welche einen Eisenklumpen in Gestalt eines Fisches bearbeiten. Beck[1]) macht gegenüber anderer Auffassung dieses Schmiedestückes darauf aufmerksam, daß das Erstlingsprodukt der Eisengewinnung, die Luppe, vielfach mit Tieren verglichen worden ist. Dies Wort kommt bekanntlich her von lupus, Wolf, und hat sich auch als solches erhalten (Wolfsofen). Auch die italienische, französische und englische Sprache haben diese Bezeichnung. Im Deutschen hat man auch die Bezeichnung Eisengans, Gans, Goes, und im Französischen renard, Fuchs, und saumon, Salm. Es ist also anzunehmen, daß auch die Römer den Vergleich der aus verschiedenen Gründen beidendig zugespitzten Form des fertigen Eisenklumpens mit dem Fisch gezogen haben. Zudem weist Beck darauf hin, daß die Abbildung einem Cyklus von Bildern aus dem Tierkreis angehört. — Den Ab-



8. Schmiedende Eroten. Relief auf einem Sarkophag.



9. Die Schmiede des Hephaistos. Relief aus Pompeji.

schluß alter Darstellungen aus der Schmiede mag das markige Relief aus Pompeji (Abb. 9) bilden, die Schmiede des Hephaistos darstellend, der bei der Arbeit ist, einen Schild zu breiten.

Und dieser uralten Darstellung können wir in der Abb. 10 eine Schmiede aus unserem Jahrzehnt an die Seite stellen, welche wie ein Hohn erscheint auf die Fortschritte desselben: eine Schmiede aus dem Mondlande Unjamwesi (Afrika), nach den Mitteilungen des Forschungsreisenden Speke. Nur ein geringer Fortschritt ist zu erkennen. Statt des einfachen Tierbalges finden wir ein durch ein Fell abgeschlossenes cylindrisches Gefäß, von welchem ein Windrohr zum Feuer führt. Das sehr locker aufgebundene Fell wird mit Hilfe eines daran befestigten Stabes auf- und abgezogen. Eine hier nicht er-

[1]) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens“, eine reiche Fundgrube, der die Abb. 1 bis 7 und weiterhin viele andere mit den zugefügten Erläuterungen entnommen sind.

kennbare Vorrichtung sorgt für rechtzeitige Öffnung und Schließung von Löchern im Fell, welche die Luft einlassen, und ähnliche für den Austritt. Um einen möglichst gleichförmigen Luftstrom hervorzubringen, sind zwei solcher Blasebälge aufgestellt, die abwechselnd bethätigt werden. Das ist der Fortschritt in mehreren tausend Jahren da, wo die Wissenschaft noch nicht Eintritt gehabt hat!

Das Schmiedefeuer.

Verlassen wir indessen diesen altgeschichtlichen Weg und wenden wir uns der modernen Kultur zu.

Wir haben in der Hütte das Eisen in Form grober Stangen entstehen sehen und folgen nun dem weiteren Verlauf seiner Verarbeitung. Das nächste ist das vorbereiten für die Formveränderung, das glühen.

Für große Stücke wird der Flammofen verwendet, eine Einrichtung, die sich im allgemeinen nur wenig von dem uns bereits bekannten Puddelofen unterscheidet. Der Grundriß (Abb. 11) ist derselbe: an dem einen Ende der Rost a, in der Mitte der seitlich mit der Arbeitsöffnung versehene Herd b und am anderen Ende der Abzug c. Die hier



10. Schmiede in Unjamwesi (Deutsch-Ostafrika), 19. Jahrhundert.

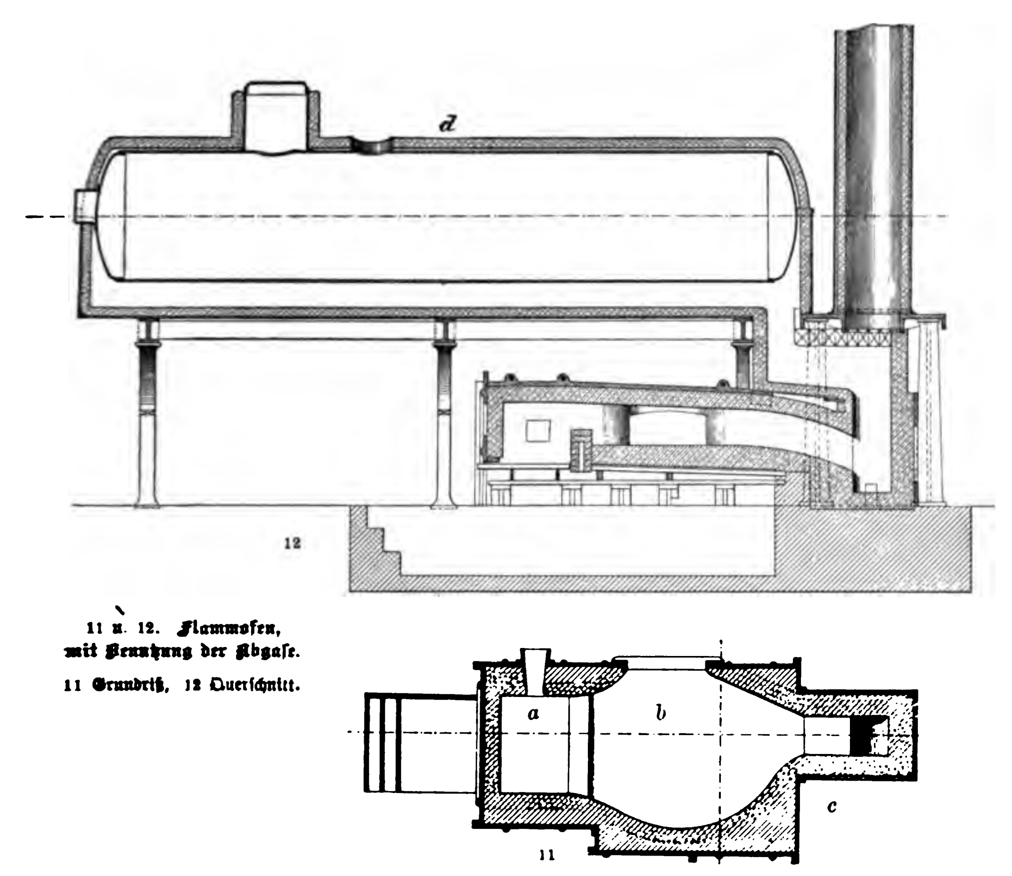
abgehenden Gase werden noch zur Dampferzeugung verwendet und aus diesem Grunde um einen Kessel d (Abb. 12) herumgeführt, von welchem aus sie durch den Kamin entweichen[3]). Je nach der Form des Schmiedestückes wird dasselbe entweder ganz in den Ofen gelegt, der dann oft anders gestaltet und meistens zugemauert wird, oder nur teilweise der Glut ausgesetzt. In diesem Fall ragt das Stück aus der Arbeitsöffnung heraus, in welcher es natürlich ebenfalls eingemauert wird. Statt der Rostfeuerung findet man in der Neuzeit auch eine Generativfeuerung (Gasfeuerung), wie sie uns bereits bekannt ist.

Weniger große Stücke — immer noch gewaltige Blöcke — oder auch besonders lange Gegenstände, wie Schiffssteven u. ä., werden häufig im offenen Feuer, einem niedrigen, aber sehr ausgedehnten Herd, gewärmt, welches dann mit Unterwind geht. Die Einrichtung hat u. a. den Vorteil großer Zugänglichkeit. Auch in der Amboßfabrikation finden wir einen ähnlichen niedrigen Herd, bei dem indessen vom Unterwind seltener Gebrauch gemacht wird.

Für besondere Zwecke werden auch Sonderformen verwendet. Abb. 13 zeigt ein Feuer zum verschweißen von Radnaben.[3]) Dasselbe besteht aus einem aufgemauerten Herd, welcher der Radgröße angepaßt ist. Das Rad wird darauf gelegt und mit einem durch Kranvorrichtung zu bewegenden hutförmigen Deckel abgedeckt, so daß ein ofenartig abgeschlossener Raum entsteht, der wohl auch zuweilen an der Fuge zwischen Herd und Hut abgedichtet wird.

[3]) Petzold, „Eisenbahnmaterial“.

Das heute noch vielfach verwendete gemauerte Schmiedefeuer hat im allgemeinen die in der Abb. 14 dargestellte Einrichtung.[3]) Der aufgemauerte und unten mit einer Aussparung a zur Aufnahme der Kohlen versehene Herd enthält bei b eine Mulde, in welche seitlich der Wind geleitet wird. In der Regel ist hier ein gußeiserner Klotz c eingemauert, in welchen lose das Windrohr eingesetzt wird. Die Stelle, wo der Wind in die Mulde tritt — die Düse — leidet sehr unter der Wirkung der Hitze und brennt, wenn in Mauerwerk ausgeführt, leicht aus, erfordert also häufiges ausbessern. Das Gußstück dagegen bleibt infolge seiner Wärmeleitungsfähigkeit kühler, wozu die durchströmende kalte Luft viel beiträgt, die ihrerseits, indem sie kühlt, wieder etwas vorgewärmt wird. d ist ein Wasserbehälter zum annässen der Kohlen.



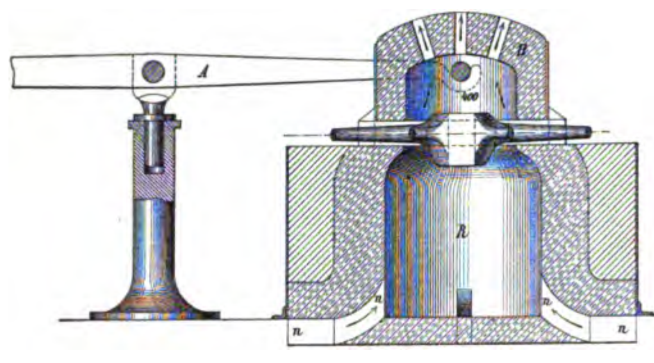
11 u. 12. Flammofen, mit Benutzung der Abgase.
11 Grundriß, 12 Querschnitt.

Abb. 15 zeigt eine moderne gußeiserne Schmiedeesse mit Unterwind.[4]) Hier befindet sich unter dem Boden der Mulde ein Windkasten, dem die Luft wieder seitlich zugeführt wird. Derselbe trägt oben die — auswechselbare — gußeiserne Düse, welche mit einer runden Öffnung oder einer oder mehreren schlitzartigen Öffnungen versehen ist und so den Wind mitten in die brennende Kohlenmenge führt. Unten ist eine Klappe, oft auch ein ventilartiger Verschluß angebracht, um die hineingefallene Asche, Schlackenstückchen u. ä. zu entfernen; links finden wir wieder den Wasserkasten.

Dieser Wasserkasten gibt zu einer weiteren Betrachtung Veranlassung. Das das Schmiedestück umgebende und zu höchster Glut angefachte Feuer äußert seine Wirkung naturgemäß nach allen Seiten hin, so auch auf die Umgebung, welche, wenn das Feuer sehr groß ist, aus den Muldenwandungen selbst, im anderen Falle aus den umgebenden

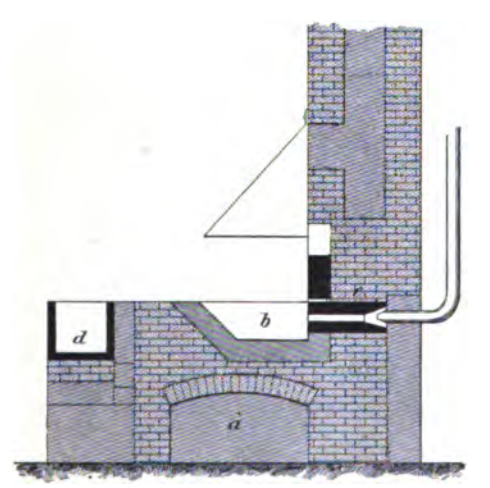
[4]) A. Lübicke: „Der Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser".

Kohlen besteht. Das letztere ist die Regel. Diese Kohlen geraten natürlich ebenfalls in Glut und verbrennen, soweit der Sauerstoff der ihnen zuströmenden Luft noch nicht verbraucht ist. Je schärfer das Gebläse wirkt, desto mehr Luft geht auch diesen Kohlen zu; sie brennen — und brennen meist ganz unnötig. Um den hiermit verbundenen Verlust zu vermeiden, näßt der Schmied die umgebenden Kohlen, so auch oft die aufliegenden, an, um „das Feuer zusammenzuhalten“. Er begrenzt dadurch das Feuer auf den ihm genügend erscheinenden Raum und verhindert so die Kohlen, unnötig zu verbrennen. Aber er verdampft dafür Wasser, was er freilich in den allerwenigsten Fällen beachtet. Und hiermit ist naturgemäß wieder ein Verlust verbunden, der Verlust derjenigen Wärme, welche das Wasser zum verdampfen nötig hat.

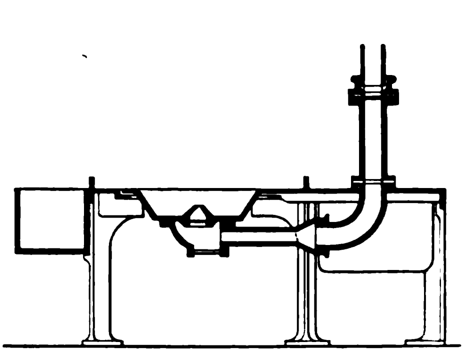


13. Schmiedefeuer für Eisenbahnräder. (Zu S. 6.)

Abb. 16 u. 17 (G.M.S.) stellt das Feuer der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes zu Remscheid dar, bei welchem diesem Übelstande abgeholfen ist. Das Feuer arbeitet ebenfalls mit Unterwind, der durch die Spalten einer auswechselbaren Platte (Abb. 17) eintritt. Da der Wind diese Platte an einer wesentlich größeren Fläche berührt, als sonst üblich ist, so gibt er auch eine



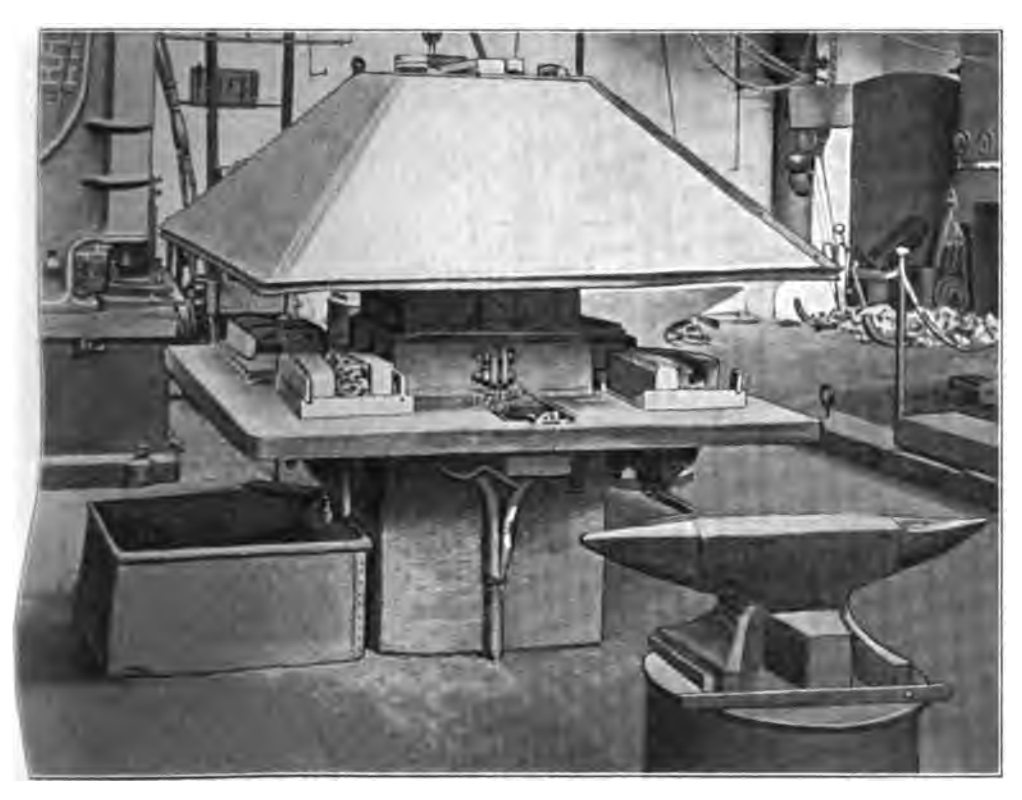
14. Gemauerte Schmiedeesse. (Zu S. 7.)


15. Gußeiserne Schmiedeesse. (Zu S. 7.)

wesentlich bessere Kühlung, infolgedessen jeder erkennbare Abbrand vermieden ist; die Platte ist nach langjährigem Gebrauch noch wie neu. Sie liegt aber, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, in der Ebene des Herdes, welcher aus diesem Grunde an sich keine Mulde besitzt. Die Kohlen werden von Steinen — es genügen gut vorgetrocknete Mauersteine — zusammengehalten, welche ihre Stütze in einem Rahmen finden, der von 4 Gußplatten gebildet wird und, wie aus der Abb. 17 zu erkennen ist, durch verhaken erweitert werden kann. Das Feuer kann also dem Schmiedestück entsprechend vergrößert oder verkleinert werden, was namentlich bei Massenfabrikationen von Vorteil ist. Der Handwerksschmied, welcher große und kleine Sachen durcheinander zu bearbeiten hat, wählt die ihm zusagende größte Stellung, ohne den Vorteil der Anordnung wesentlich zu mindern.

Alle Wärme nun, welche das Feuer seitlich ausstrahlt, wird anstatt von gußeisernen Wandungen, Kohlen oder Wasser durch die die Mulde bildenden Steine aufgenommen, welche glühend werden und sie so, nahezu ganz unvermindert, in das Feuer zurückstrahlen. Der hierdurch geschaffene Vorteil ist überraschend groß. Vergleichende Versuche, welche von gutgeschulten Schmieden angestellt worden sind, haben ergeben, daß z. B. für eine bestimmte Wärme gebraucht wurde:

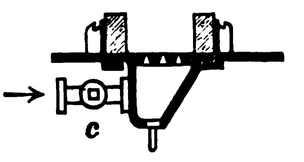
	Bei einem bestgeleiteten üblichen Feuer	beim Feuer der Remscheider Fachschule
an Brennmaterial	Mark 17.16	Mark 8.17
an Arbeitslohn	„ 40.40	„ 21.50
Zusammen	Mark 57.56	Mark 29.67



16. Vierfache Schmiede mit Flachrost und unterirdischem Abzug. (Zu S. 6.)

Es ist also lediglich durch richtige Anordnung eine Ersparnis von etwa $48\frac{1}{2}$ % erzielt worden.

Eine andere Besserung des Schmiedefeuers ist von der Firma Bechem & Post in Hagen i. W. ausgebildet worden; dieselbe beruht auf der Verwendung von Wasserstaub. Abb. 18 zeigt diese ebenfalls in der Königlichen Fachschule zu Remscheid im Betrieb befindliche Anordnung. — Ein zunächst mit Luft gefüllter, im übrigen allseitig dicht abgeschlossener Kessel wird von unten her mit Wasser vollgepumpt, welches die abgeschlossene Luft zusammenpreßt und, je nach dem Wasserstand, auf einen Druck bis zu 8 Atmosphären bringt. Mit diesem Druck ist die Luft bestrebt, das Wasser herauszupressen, welches durch das Rohr a zur Esse und bei b zu einer Düse gelangt, welche in der Abb. 19 besonders abgebildet ist. Dieselbe hat drei Bohrungen, deren

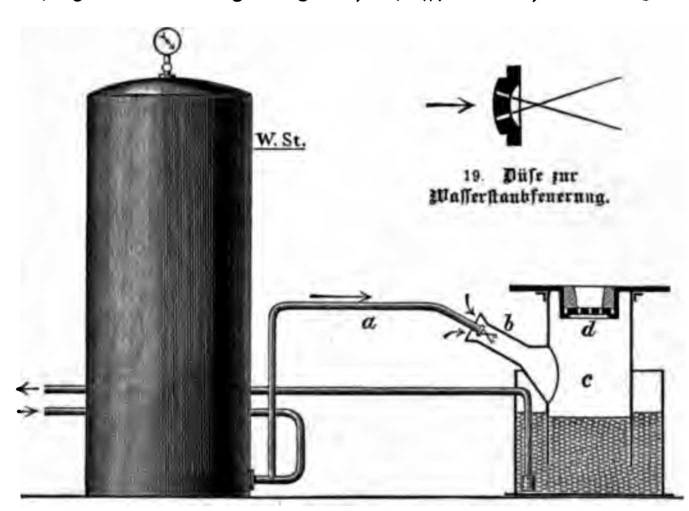


17. Esse mit Flachrost.

auf dem Mantel eines Kegels liegende Mittellinien sich kreuzen. Die drei Strahlen des durchgepreßten Wassers treffen sich also und zerstäuben sich gegenseitig. Der bei b austretende Staubstrahl reißt nun die umgebende Luft, nach Art des bekannten Injektors, mit und erzeugt in dem unten durch Wasser abgeschlossenen Raum einen geringen Druck — etwa 5—10 mm — unter welchem die mit Wasserstaub gesättigte Luft durch den Rost in das Feuer strömt. Der Druck ist also ganz wesentlich geringer, als der sonst durch die üblichen Gebläse erzeugte und entspricht etwa einem mäßigen Schornsteinzug.

Trotzdem vernehmen wir ein rauschen, als wenn der Wind mit großer Kraft in das Feuer blase, und bemerken eine auffällige, eine blendende Weißglut. Der Vorgang wird*) wie folgt erklärt.

Die Wärmemenge, welche sich beim verbrennen — verbinden mit Sauerstoff — von 1 kg Kohlenstoff entwickelt, ist eine genau bestimmte und durchaus unabhängig von der betreffenden Verbrennungseinrichtung, wogegen die Temperatur, welche dabei auftritt, von verschiedenen Umständen abhängig ist, jedoch einen bestimmten Höchstwert nicht übersteigen kann. Liegt 1 kg Kohlenstoff, vielleicht in der Form von Holz, jahrelang der Luft ausgesetzt, so vergeht es, und zwar genau unter Entwickelung der naturgemäß vorgeschriebenen Wärme. Die dabei entstehende Temperatur ist indessen wohl kaum meßbar. Mit der entwickelten Wärme würde man nämlich 8080 kg Wasser um einen Grad Celsius, oder eine entsprechende Luftmenge um irgend einen Bruchteil eines Grades erwärmen, oder irgend eine andere Wärmeleistung von 8080 Kalorien hervorbringen können, und es ist klar, daß die dabei entstehende Temperatur von der Menge der erwärmten Körper abhängig, also um so niedriger sein muß, je größer die Menge derselben ist. In der Zeit nun, welche ein Stück Holz gebraucht, um zu verwesen, streicht so viel Luft darüber hin — ganz abgesehen von der berührten und ebenfalls wärmefordernden Unterlage — daß eben eine Temperaturerhöhung nicht nachzuweisen sein wird. Wird aber dieselbe Kohlenmenge fein zerrieben und mit Schwefel und Salpeter gemengt oder sonst zu einer explosiven Masse verarbeitet, so geht die Verbrennung desselben so außerordentlich schnell vor sich, daß nahezu alle Wärme in den Verbrennungsprodukten bleibt und die höchstmögliche Temperatur, die theoretische Verbrennungstemperatur, liefert.



19. Düse zur Wasserstaubfeuerung.

18. Wasserstaubschmiede. (D. R.-P.)

Dringt also das Wasser in feinster Form durch den Rost in die brennende Kohle, so findet zunächst eine Zersetzung in Wasserstoff und Sauerstoff statt, welcher letztere sich der glühenden Kohle bemächtigt, während der Wasserstoff später, bei niedriger Temperatur, sich wieder mit dem Sauerstoff der Gebläseluft — in diesem Fall also der vom Wasserstaubstrahl mitgerissenen Luft — zu Wasserdampf vereinigt. Beim zersetzen hatte das Wasser Wärme verbraucht, die es den brennenden Kohlen entnommen hat; bei der Vereinigung mit Sauerstoff wird genau dieselbe Wärmemenge wieder abgegeben. Das Wasser liefert also keine Wärme, verbraucht im Gegenteil noch soviel, als es zur Umwandlung

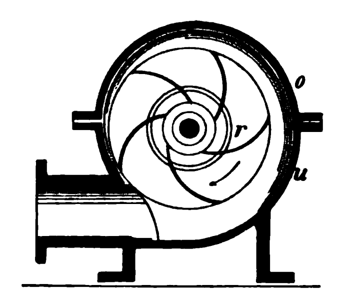
*) „Stahl und Eisen", 1897, Nr. 18.

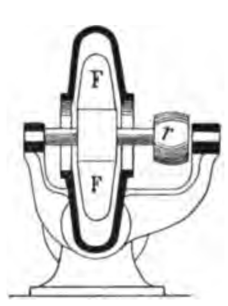
in Dampf erfordert; aber es gestaltet den Verbrennungsprozeß günstiger, als er sonst verlaufen würde: Der glühende Kohlenstoff findet Sauerstoff im Augenblicke des Entstehens — in statu nascendi — vor, also unter Umständen der allergünstigsten Art, und seine Verbindung mit demselben geschieht unter Verhältnissen, welche der Bildung einer hohen Temperatur besonders günstig sind.

Warum nun Dampf, unter den Rost geführt, nicht ebenso günstige Resultate gibt, ist noch nicht aufgeklärt. Selbst warmes Wasser leistet nicht das, was man mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur erhält. Da man selten über Preßwasser verfügt, so lag es nahe — der Versuch ist in der oben erwähnten Anstalt angestellt worden — Wasser aus einem unter Dampf stehenden Kessel zu verwenden, womit indessen keine Resultate erreicht werden konnten. Es scheint so, als ob die mechanische Wirkung des als Flüssigkeit in die Kohle eindringenden und dort sprengend wirkenden Wassers mit dazu gehöre, was durch den eigentümlichen, oben erwähnten rauschenden Ton an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Dagegen könnte vielleicht wieder eingewendet werden, daß das Wasser schon auf dem Wege durch den Rost recht gut so viel erwärmt werden kann, wie das Kesselwasser es an sich bereits ist.

Auch unter dem Dampfkessel hat sich der Wasserstaub bewährt. Die in der Königlichen Fachschule zu Remscheid angestellten Versuche ergaben bei der Anwendung von Wasserstaub eine Mehrverdampfung von 37,2 und eine Kohlenersparnis von 9,45%.

Während das Wasserstaubfeuer keiner gesonderten Windzuführung bedarf, ist eine solche bei allen anderen Feuerungen durchaus notwendig. Hierzu dienen die Gebläse, welche den zweiten Bestandteil einer Schmiedeeinrichtung bilden. Man kann die sämtlichen Einrichtungen dieser Art in zwei große Gruppen teilen, in offene und geschlossene. Zu den offenen gehören alle diejenigen Gebläse, bei welchen der Luft auf irgend eine Weise eine Geschwindigkeit erteilt wird, welche sie zum Eintritt zwingt, ohne sich in einem durchaus abgeschlossenen Gefäß zu befinden. Der häufigste Vertreter dieser Gebläsegattung ist der bekannte Zentrifugalventilator (Abb. 20), bei welchem die Luft durch die zentrifugale Wirkung der schnell umlaufenden Flügel seitlich eingesaugt und dem Feuer zugetrieben wird.[4]) Es ist dies das für geringe Pressungen gebräuchlichste Gebläse. Auch das sehr alte Wasserfallgebläse (Abb. 21) gehört hierher, wie auch das Dampfstrahlgebläse (Abb. 22). In beiden Fällen wird bei a die Luft durch das vorbeischießende Wasser oder durch den Dampf mitgerissen und in die Leitung getrieben. Bei dem ersteren findet noch eine Trennung statt, während bei dem Dampfstrahlgebläse das mitreißende Medium, der Dampf, mit in das Feuer gelangt.

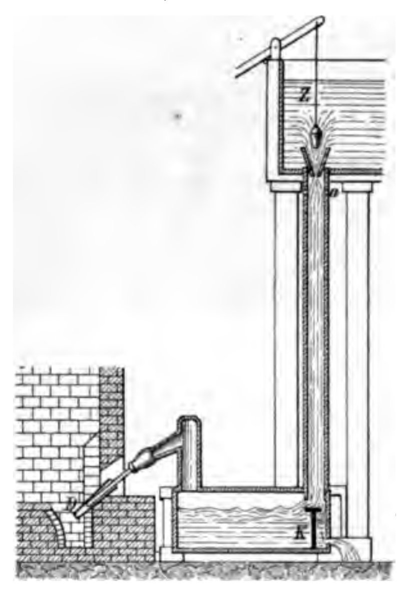




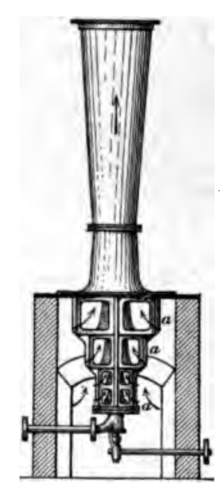
20. Zentrifugalventilator.

Zu den geschlossenen Gebläsen gehören neben dem uralten Tierbalg zunächst der daraus entstandene und heute noch recht beliebte Blasebalg, welcher in Abb. 23[4]) dargestellt ist. Derselbe ist nichts als der modernisierte, uns aus der Abb. 10 bekannte alte Doppelblasebalg, zu beiden Seiten eines festen Brettes a angeordnet, aber hintereinander wirkend, der erste durch einen Handhebel, der andere — obere — durch ein Gewicht gespannt. Das feste Brett ist mit einer Öffnung b mit Ventilklappe versehen, welche der Luft nur den Durchgang von unten nach oben gestattet. Es bildet die obere Wand eines einfachen Blasebalges, der durch auf- und niedergehen des Brettes c bethätigt wird. Der seitlich durch Leder abgeschlossene Raum wird durch niedergehen des Deckels vergrößert und füllt sich dabei durch das Ventil d mit Luft, welche beim aufgehen des durch den Hebel e f bethätigten Deckels durch das Ventil b nach oben, in den zweiten Blasebalg

entweicht. Hier findet sie sofort die Öffnung g, durch welche sie in die Windleitung gelangt. Jedem Zuge am Hebel e f entspricht also ein Windstoß in dieser Leitung. Ist jedoch die Größe des unteren Blasebalges in Bezug auf die Öffnung g so bemessen, daß nicht sofort alle Luft heraus kann, so hebt sich der durch das Gewicht h belastete Deckel k

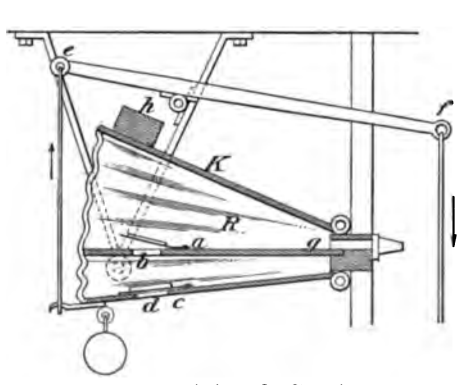


21. Wasserfallgebläse. (Zu S. 11.)



22. Dampfstrahlgebläse. (Zu S. 11.)
(Gebr. Körting in Hannover).

und gibt dem Luftüberschuß Raum. Während sich nun der Deckel k senkt, wirkt das Gewicht h und preßt auch seinerseits Luft in die Windleitung. Es wird daher ein dauernder Luftstrom erzeugt, der nur insofern pulsiert, als der von unten kommende Luftstrom notwendig kräftiger sein muß, als der durch das Gewicht nachgepreßte; der erstere soll ja den Deckel zu heben imstande sein.



23. Blasebalg. (Zu S. 11.)



24. Cylindrischer Blasebalg.

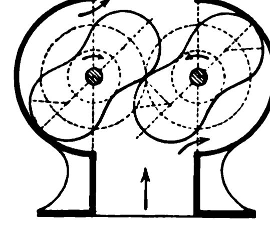
Dieser Blasebalg wird häufig in Cylinderform ausgeführt (Abb. 24[4]), wobei die drei Deckel Scheibenform erhalten. Die Einrichtung und Wirkungsweise ist dabei genau wie die soeben beschriebene.

Die hohen Spannungen, welche sich mit einem gut angelegten Blasebalg erzielen lassen, haben ihn, namentlich in kleineren Schmieden, trotz der lebhaften Konkurrenz,

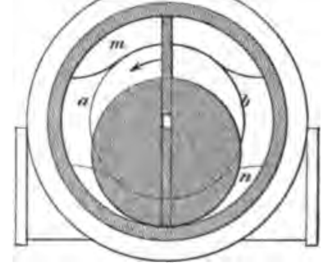
welche ihm vom Zentrifugalventilator geboten wird, erhalten, besonders da, wo noch Hand- oder Fußbetrieb besteht. Dagegen hat sich für mechanischen Antrieb das Kapselgebläse sehr beliebt gemacht, welches mit ruhigem Gang hohe Pressungen vereint.

Die erste Form, in welcher diese Gebläseart aufgetreten ist und sich erhalten hat, ist das Rootgebläse (Abb. 25). Dasselbe besteht aus zwei von einem anschließenden Gehäuse umgebenen 8förmigen Walzen, welche sich gegeneinander drehen und aus diesem Grunde mit ineinandergreifenden Zahnrädern versehen sind, wie in der Abbildung punktiert angegeben ist. Bei der durch die Pfeile angedeuteten Umdrehungsrichtung wird der untere Raum vergrößert, dient also zum ansaugen, und der obere verkleinert, so daß die darin enthaltene Luft zu entweichen gezwungen wird.

Dieser durch Root wieder eingeführten Form*) sind verschiedene andere ebenfalls schon alte Formen gefolgt, welche man mit dem Namen Kapselgebläse bezeichnet. Sie haben auch eine Seitenlinie, welche vielleicht noch älter ist und nur eine sich drehende Welle mit einer sich darin verschiebenden Scheibe besitzt, wie in der Abb. 26 dargestellt ist. Die Scheibe wird auf irgend eine Weise — hier durch die in den Wänden eingelassenen Kreisstücke m, n — gezwungen, sich dicht an die Wand anzuschließen, während die beiden Räume a und b sich zwischen bestimmten Grenzen regelmäßig vergrößern und verkleinern.



25. Rootgebläse.



26. Schiebergebläse.

Alle diese geschlossenen Gebläse haben die Eigenschaft miteinander gemeinsam, auch als Pumpen — der Wirkungsart nach — verwendet werden zu können und, umgekehrt wirkend gedacht, die Grundlage für das Problem des rotierenden Motors abzugeben.

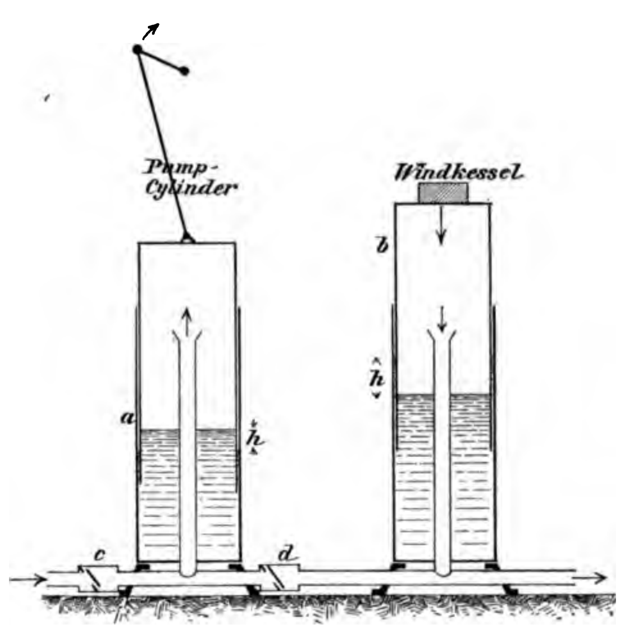
Das gleiche gilt von der weiteren Gattung der geschlossenen Gebläse, dem Cylindergebläse. Auch dies ist direkt abzuleiten von dem uralten Balggebläse; finden wir doch bereits in der Darstellung der Abb. 10 Cylinderform. Und wie man in der Neuzeit aus dem Kolben eine Membran gemacht hat, so ist hier aus der Membran ein Kolben geworden, der wie diese auf- und niedergeht und den darunter oder darüber befindlichen Raum vergrößert und verkleinert. — In früheren Zeiten war der Cylinder oft durch ein quadratisches Prisma ersetzt. Sehr bald hat man auch mit Wasserdichtung gearbeitet und ein sehr zweckmäßiges reibungsloses und doch absolut dichtes Gebläse (Abb. 27) geschaffen, das noch heute verwendungsfähig erscheint. Dasselbe besteht aus einem Pumpcylinder a und einem Windkessel b, beide aus je zwei sich ineinander bewegenden Hohlgefäßen zusammengesetzt, von denen je das eine glockenartig umgestülpt ist. Die ersten sind etwas mit Wasser gefüllt, in welches die Glocken eintauchen. Die eine der letzteren, bei a, wird durch eine Kurbel auf- und abgetrieben, saugt auf diese Weise von links her die Luft ein und preßt sie nach rechts weiter, wobei die Ventile c und d die Steuerung bewirken. Wird während des Pumpens keine Luft gebraucht, so hebt sich die rechte Glocke, genau wie bei dem bekannten Gasometer, wobei die richtig abgepaßte Belastung derselben die Luft unter der gewünschten Spannung erhält, welche naturgemäß von der Höhe der Wasserdichtung abhängt. Dieselbe wirkt während des ansaugens negativ, wie sie in der Abb. 27 zu erkennen ist.

Der Wasserabschluß führt noch zu einer wenig gebräuchlichen Gebläsegruppe, bei denen Kästen irgend welcher Form aus der freien Luft in Wasser geführt werden, wo sie Gelegenheit erhalten, sich in die Leitung hinein zu entleeren. Diese Gruppe mag hier

*) S. Leupold, „Theatrum machinarum", 1726.

durch Wellners Zellenradgebläse (Abb. 28) vertreten sein. Auch für sie gilt das oben von der Umwandlungsfähigkeit gesagte, indem sie, von gepreßtem Gas getrieben, als Gasmesser oder, umgekehrt laufend, als Pumpen eingerichtet werden können.

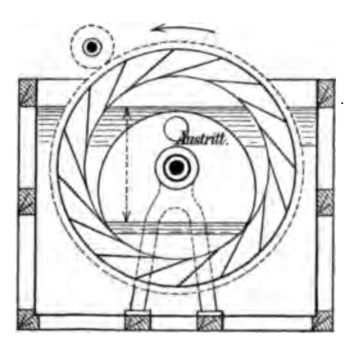
Allen diesen geschlossenen Gebläsen ist die Eigenschaft gemeinsam, die Luft bei Nichtbedarf — also bei Schluß des Windhahnes — zu komprimieren, was unter Umständen zu einer Sprengung der Leitung oder Störung der Dichtung führen kann. Man schaltet daher bei allen diesen Gebläsen zweckmäßig einen Hahn mit Seitenweg ein, welcher den Wind, wenn er abgestellt wird, anstatt in das Feuer, in das Freie leitet. Auch bringt man wohl ein Sicherheitsventil an, welches die Luft selbstthätig ableitet, wenn der Druck eine gegebene Grenze übersteigt.



27. Cylindergebläse mit Wasserdichtung.

Das Cylindergebläse hat, wie unter dem Kapitel „Hüttenwesen" (Band V) erläutert wurde, eine großartige Ausbildung da erfahren, wo ein erheblicher Bedarf an Menge und Pressung vorliegt. Aber auch die Schmiede reicht zuweilen nicht mit dem sonst bei größerem Bedarf üblichen Kapselgebläse aus und verwendet auch heute noch das Cylindergebläse, das häufig mit mächtigen Kesseln in Verbindung gebracht wird. In diesen sammelt sich die Preßluft, die also als richtige Windkessel zum aufspeichern für unregelmäßigen Bedarf dienen, und von denen aus die verschiedenen Feuer versorgt werden.

Schmiedefeuer und Gebläse werden häufig transportabel eingerichtet, was auch bei der in der Abb. 5 dargestellten uralten Schmiede vermutet wurde. Abb. 29[4]) stellt eine zum rollen eingerichtete und Abb. 30[4]) eine tragbare Schmiede dar, erstere mit cylindrischem Blasebalg, letztere mit einem Kapselgebläse versehen.

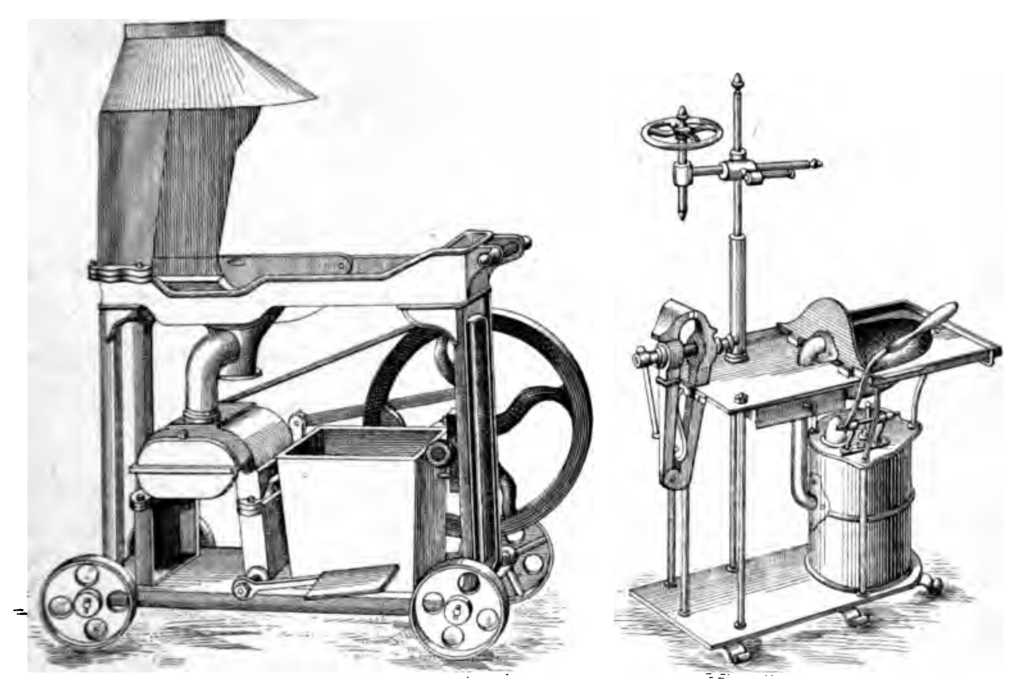


28. Zellenradgebläse.

In der neuesten Zeit ist zu dem beschriebenen und bis jetzt ausschließlich verwendeten Verfahren, Metallstücke zum glühen zu bringen, und abgesehen von der weiter unten in dem Kapitel „Kleineisenindustrie" noch zu behandelnden elektrischen Verfahren eine andere und recht eigentümliche Art der Wärmeerzeugung oder Verwendung getreten: Die Benutzung der Verbindungswärme fester Körper.

Überall, wo sich Körper miteinander vereinen, um eine chemische Verbindung zu bilden, entsteht Wärme: Die beiden Gase Sauerstoff und Wasserstoff geben Wasserdampf unter Bildung der Knallgasflamme; Schwefelsäure, in Wasser gegossen — Vereinigung zweier Flüssigkeiten — kann dies zur plötzlichen Verdampfung bringen, eventuell unter explosionsartigen Erscheinungen; Wasser, auf gebrannten Kalk gegossen, erhitzt denselben, und so geben auch, was weniger bekannt ist oder weniger in die Erscheinung tritt, feste Körper bei ihrer Vereinigung Wärme ab. Zu den inter-

essantesten elementaren Versuchen gehört der folgende: Man mischt Schwefelblume mit feinem Eisenpulver, füllt damit ein Glasröhrchen und erwärmt das letztere an einem Ende, ohne das Glas zum glühen zu bringen. Es entsteht ein glühendes Pünktchen, welches, auch wenn man das Röhrchen von der Flamme entfernt, sich vergrößert. Die Glut setzt sich, und zwar ohne an Intensität zuzunehmen, fort und durchzieht binnen kurzem die ganze Masse. — Dies ist längst bekannt. Aber erst in letzter Zeit hat man gelernt, diesen Vorgang technisch auszunutzen. Dazu dienen die jüngsten Kinder unserer metallurgischen Technik: Aluminium, Magnesium, Calciumkarbid, Körper, welche zu ihrer Abscheidung großer Energie bedürfen, die sie wieder in Form von Wärme umzusetzen geeignet sind, sobald man ihnen Gelegenheit gibt, in die früheren oder ähnliche Verbindungen zurückzukehren: Mit großer Lichtentwickelung verbrennen Magnesium und Aluminium zu Magnesia bezw. Thonerde, aus denen sie durch den elektrischen Strom



29. Fahrbare Schmiede. 30. Tragbare Schmiede.

gewonnen worden waren, und mit großer Wärmeentwickelung ist Aluminium imstande, den Sauerstoff auch anderen Verbindungen zu entziehen. Hierauf beruht ja die längst angewendete, im vorigen Abschnitte erläuterte Reduktionskraft dieser Metalle im Eisenhüttenwesen.

Mischt man Aluminium*) in Pulverform mit einem Sauerstoff abgebenden Körper, wie etwa Eisenoxyd, dem man, um die sich entwickelnde Temperatur zu mäßigen, indifferente Körper, wie Magnesia, Kalk u. s. w., zusetzen kann, so gibt dies eine dem Schießpulver ähnlich vorbereitete Substanz, welche nur der Erwärmung bedarf, um sich umzusetzen. Das Eisen gibt seinen Sauerstoff an das Aluminium ab und braucht zu dieser Zersetzung weit weniger Wärme, als das Aluminium zu seiner Oxydation entwickelt; es entsteht eine mehr oder weniger intensive Glut, welche, wie bei dem obengenannten Versuch, die ganze Masse durchsetzt. Packt man nun vor der Entzündung irgend einen Gegenstand, ein zu erwärmendes Stück Eisen, ein Niet (Abb. 31), oder auch zwei miteinander zu verlötende Metallstücke, die natürlich dazu vorbereitet sein müssen, in solche

*) Verfahren von Dr. Hans Goldschmidt, Essen.

Masse a ein, so ist die sich bildende Glut imstande, auch dieses Packstück zu erwärmen, eventuell weißglühend zu machen, oder die Lötung zu bewirken. — Die hierbei erforderliche Entzündung wird durch eine Art Patrone bewirkt; es handelt sich ja nach dem obigen nur um die Einleitung des Vorganges, um die Erwärmung nur an einer Stelle. Als solche Patrone oder Zündpille benutzt man eine Mischung von Aluminiumpulver mit Salpeter, Bariumsuperoxyd oder einer anderen leicht Sauerstoff abgebenden Substanz b, in welche man einen Streifen Magnesium c einlegt, der mit einem kurzen Ende heraussteht. Die Reihenfolge: Magnesium, Aluminiummischung, wie wir die Hauptmischung nennen wollen, wirkt wie Phosphor, Schwefel und Holz; das Magnesium läßt sich mit einem Streichholz entzünden, versetzt das erste Pulver in eine sanfte Explosion und bringt die Hauptmasse an der betreffenden Stelle zum glühen. Die Glut setzt sich, immer in einer bestimmten Grenze sich haltend, durch die ganze Masse fort, teilt sich auch dem eingepackten Niet mit und erfüllt so den Zweck eines Wärmfeuers.

Um jede Ausstrahlung möglichst zu vermeiden, bettet man das Ganze in Sand (d) ein, wodurch es möglich ist, den Prozeß sich in einem Holzeimer abspielen zu lassen.

31. Glühpackung.

Durch richtige Wahl des Packungsmaterials kann man die Glut beliebig regeln und den Vorgang zum Hartlöten wie zur Erzeugung von Schweißhitze verwenden.

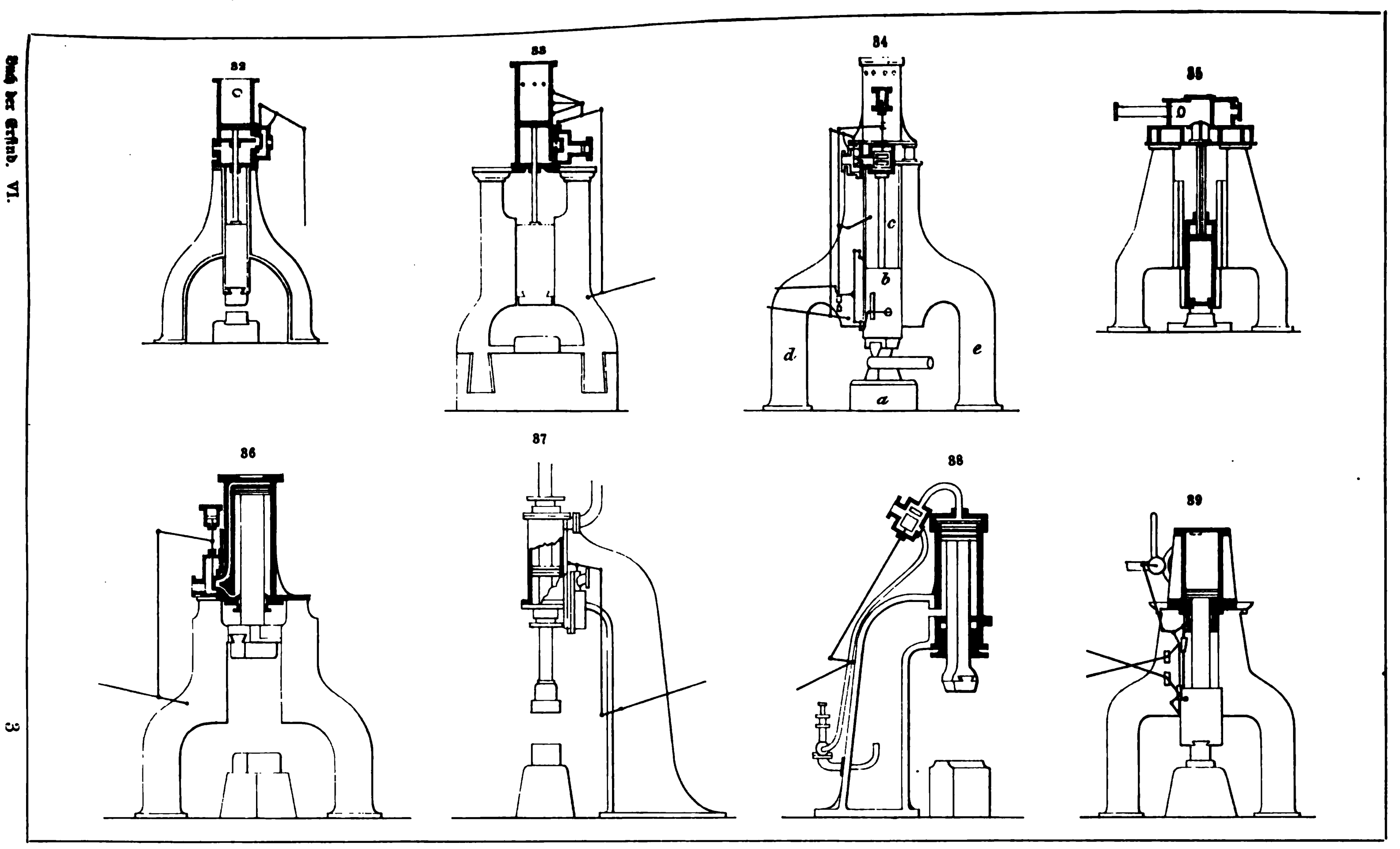
Der Dampfhammer.

Die auf die eine oder die andere der geschilderten Arten „warm“ gemachten Schmiedestücke gelangen nunmehr in die Schmiede, um durch die dort vorhandenen Vorrichtungen in die gewünschte Form gebracht zu werden.

Unter den verschiedenen modernen Schmiedevorrichtungen nimmt der uns aus der Eisenhütte bereits bekannte Dampfhammer die erste Stelle ein, in der Neuzeit freilich unterstützt, wenn nicht für schwerste Arbeiten schon verdrängt, durch seine wuchtige Schwester, die Schmiedepresse, die ihn, wie wir weiter unten sehen werden, sogar bis zu den feinsten Arbeiten begleitet oder zu ersetzen imstande ist.

Nachdem man die gewaltige Kraft des Dampfes kennen und benutzen gelernt hatte, lag der Gedanke nahe, dieselbe auch zum heben eines Hammerbären zu verwenden, und bereits im Jahre 1784 erhielt dieser Gedanke Gestaltung durch James Watt, welcher zu dieser Zeit ein Patent darauf nahm. Der typische Aufbau, ein vertikaler Dampfcylinder, dessen Kolben einen Bären trägt, der, durch den Dampf gehoben und darauf durch sein eigenes Gewicht herabfallend, den Schlag ausübt, wurde also schon damals festgelegt, kam jedoch noch nicht zur Ausführung. Es fehlte noch der Bedarf für so mächtige Schläge, und der alte Wasserhammer genügte noch. Ebenso ging es mit der Konstruktion des englischen Ingenieurs Deverel, welcher den aufsteigenden Kolben gegen einen Luftpuffer stoßen ließ, seinen Gedanken aber auch nicht verwirklichen konnte.

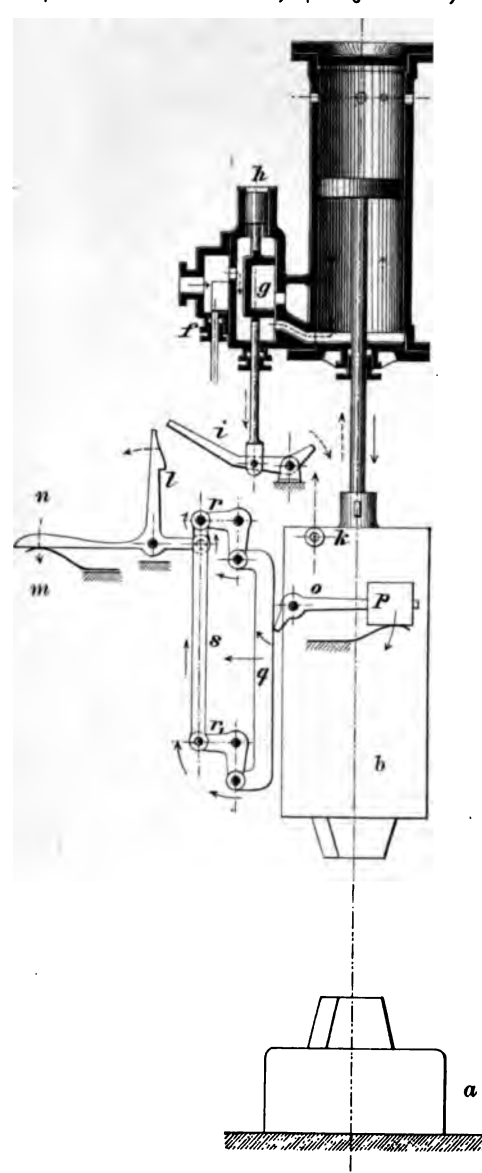
Erst in den dreißiger Jahren erzwang sich der Fortschritt des Maschinenbaues den Dampfhammer, welcher endlich vom Ingenieur Nasmyth in Patricoft bei Manchester konstruiert und im Jahre 1842 von Gebrüder Schneider in Creuzot erbaut wurde. Gleichzeitig ging man auch in Deutschland auf demselben Wege vor — vermutlich auf Grundlage der Nasmythschen Konstruktion — und führte einen schweren Hammer in Zwickau auf der Königin Marienhütte aus. Nachdem nun einmal der Bann gebrochen, trat der Dampfhammer seinen Siegeslauf durch die Welt an und erstand in den verschiedensten Gattungen. Die Abb. 32 bis 39 zeigen einige der verschiedenen Formen, welche sich dabei geltend gemacht haben.



32—39. Grundlegende Dampfhammersysteme.

32. Nasmyth. 33. Cavé. 34. Nasmyth. 35. Condie. 36. Daelen. 37. Morison. 38. Naylor. 39. Farcot.

Unter allen diesen Hämmern erregt der selbstthätig arbeitende Hammer des eigentlichen Schöpfers Nasmyth (Abb. 34 u. 40) das größte Interesse; er enthält so ungefähr alles, was später in vollkommenerer Weise zwar, aber immer in Anlehnung an die Grundgedanken auf diesem Gebiete geschaffen worden ist, und das Verständnis dieser Konstruktion kann am leichtesten zur Klarheit über die anderen führen. Wir erkennen in a der Abb. 34 u. 40 die Chabotte, auf welcher das Schmiedestück liegt, welches durch den mächtigen Bären b bearbeitet werden soll. Dieser ist durch eine verhältnismäßig dünne Kolbenstange c mit dem im Cylinder laufenden Kolben in Verbindung gebracht, welcher durch den von unten einströmenden Dampf gehoben werden und beim niederfallen durch das Gewicht wirken soll. Der Cylinder ruht auf den beiden, dem Dampfhammer eigentümlichen Ständern d und e, welche, unabhängig von der zwischen ihnen befindlichen Chabotte, für sich fundiert sind. Letztere ist ein gewaltiger gußeiserner Klotz, welcher oben die schwalbenschwanzförmig eingefügte und festgekeilte Amboßbahn enthält und, wie aus der Abbildung zu ersehen, möglichst elastisch gelagert ist.



40. Der Nasmyth-Hammer.

Um den Bären zu heben, ist also nur nötig, Dampf unter den Kolben zu lassen, was nach Öffnung des Anlaßschiebers f (Abb. 40) durch heben des Steuerschiebers bei g geschieht.

Wie aus der der Übersichtlichkeit wegen etwas abgeänderten Abb. 40 besonders ersichtlich ist, steht der Steuerschieber g in Verbindung mit einem Kolben h, welcher, nachdem der Dampf in den Schieberkasten gelassen worden, das stete Bestreben hat, die obere Stellung einzunehmen, also Dampf unter den Kolben zu lassen und damit den Bären zu heben. Um das anstoßen des Kolbens gegen den Deckel zu vermeiden und die Wirkung eines solchen Stoßes eventuell sogar für den Schlag nutzbar zu machen, hat Nasmyth den Cylinder mit einem Deckel und und etwas unter demselben mit Luftlöchern versehen. Die Luft kann also so lange ausströmen, bis der Kolben bei seinem Aufgang diese Löcher passiert hat, wird aber nunmehr zusammengepreßt und ist dann imstande, die gewünschten soeben genannten Wirkungen zu äußern und Kolben und Bär zurückzuwerfen. Um denselben gleichzeitig fallen zu lassen, ist es nur nötig, den Schieber g herunterzuzwingen, was durch den Hebel i von Hand erreicht werden kann. Dies aber soll auch selbstthätig geschehen. Der Bär ist aus diesem Grunde mit einer Knagge oder Rolle k versehen, mit welcher er kurz vor seiner obersten Stellung beim hinaufgehen gegen den Hebel i stößt, so den unter dem Kolben befindlichen Dampf zum ausströmen gelangen läßt und damit den Hammer zum fallen bringt. Aber kurz nach dem Beginn des fallens —

verläßt die Knagge k den Hebel i, der Schieber wird durch den Dampf oder den Kolben h wieder in die obere Stellung und damit der Dampf unter dem Kolben zum ausströmen gebracht. Der Bär wird also, nur mit diesen Einrichtungen: Schieber mit Kolben und Knagge mit Hebel versehen, nur auf und nieder wippen — spielen, wie der Hammerschmied sagt — ohne jemals seine tiefste Lage erhalten zu können; er wird nie zur Ruhe gelangen.

Dieses wippen wird auf um so kürzerem Wege erfolgen, je kräftiger der Dampf gegenüber dem Gewicht des Bären zu wirken imstande ist; ein großer Kolben oder eine große Dampfspannung wird bei geringem Bärgewicht nur kurze und schnelle Bewegungen erzeugen, während eine geringere Dampfspannung bei großem Bärgewicht mächtige Schwingungen des Hammers im Gefolge haben wird. Derselbe wird sogar geeignet sein, langsame und leichte Schläge auszuführen.

Soll nun der Hammer mit seiner ganzen Wucht niederfallen, so muß der von unten wirkende Dampf abgesperrt oder in das Freie gelassen werden, was in einfachster Weise durch niederziehen des Schiebers, vermittelst des Hebels i, oder dadurch bewirkt wird, daß derselbe in seiner unteren Lage festgehalten wird. Dies besorgt die Klinke l, welche einerseits mit einer Feder m zum selbstthätigen einschnappen und anderseits mit einem Handgriff n versehen ist. Wird dieser Handgriff losgelassen, so schnappt die Klinke ein, sobald der Schieber zur Einströmung geöffnet ist; der Bär fällt frei herunter und vollführt seinen Schlag. Wird hingegen dieser Handhebel niedergedrückt, so schnappt die Klinke aus, der Dampf treibt den Schieber nach oben, erhält freien Zutritt unter den großen Kolben und hebt den Bären auf. Nun beginnt das Spiel von neuem: Der Bär stößt gegen die Knagge, gibt den Dampf frei, saust hernieder — wenn der Hebel niedergedrückt ist — u. s. w. Durch rechtzeitiges niederdrücken des Hebels während des fallens kann der Schmied den Schlag auffangen, indem der Kolben dann vor dem auftreffen des Bären Dampf erhält; und so gelingt es, die Schläge so sanft zu gestalten, daß mit dem — bei Krupp bis zu 1000 Zentner — schweren Bären eine Nuß geknackt, ja ein Uhrglas berührt werden kann, ohne es zu zerbrechen.

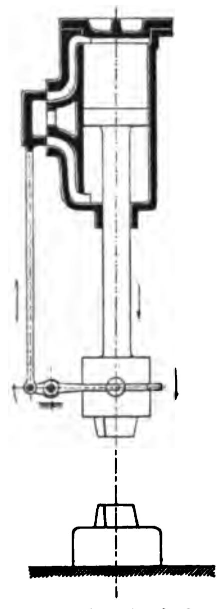
Nasmyth war mit dieser Leistung noch nicht zufrieden, sondern verlangte von seinem Hammer auch die vollständig selbstthätige Ausführung beliebig vieler Schläge mit voller Kraft. Hierzu erdachte er folgende überaus sinnreiche Vorrichtung, welche auch für andere Zwecke, wie für Rammbären, Verwendung gefunden hat. Der Bär erhält einen Wippebel, einen Winkelhebel o, welcher durch eine Feder nach oben gedrückt wird, die so stark ist, daß sie das Gewicht p leicht trägt. In dem Moment jedoch, wo der Bär auftrifft, wird das Gewicht durch sein Beharrungsvermögen niederschnellen, die Federkraft momentan überwindend. Dies wird nun zum steuern benutzt. Neben der Hammerbahn befindet sich eine Schiene — Schlagschiene, wie wir gleich sehen werden — q, welche von den beiden Enden der gleich großen und gleichstehenden Winkelhebel r u. r_1 so getragen wird, daß sie sich stets parallel sich selbst bewegt, gleichgültig, ob der wirksame Druck unten oder oben ausgeübt wird. Die Bewegung dieser Hebel wird durch die dieselben verbindende Stange s auf den Steuerhebel übertragen, und zwar in der Weise, daß eine Bewegung der Schlagschiene von rechts nach links, im vorliegenden Falle, ein ausklinken des Hebels i, und damit ein heben des Bären bewirkt. Diese Bewegung der Schlagschiene aber besorgt der andere Schenkel des Schlaghebels in dem Augenblicke, wo der Bär aufschlägt und der Hebel niederwippt, somit in allerbester Weise genau zur rechten Zeit.

Der Hammer ist also trotz seiner ungefügen Macht imstande, ganz nach Belieben des mühelos waltenden Schmiedes leise oder auch mächtiger auf und ab zu spielen, je nachdem das Absperr- oder Steuerventil, welches vor dem Schieberkasten angebracht ist, mehr oder weniger geöffnet ist, bei gleichzeitigem niederhalten des Hebels n; er gibt beliebig leichte oder kräftigere Schläge, je nachdem der Steuerhebel früher oder später ausgeklinkt wird, und arbeitet endlich mit vollster Kraft, wenn der Schmied diesen Hebel ganz unberührt läßt. Letzteres ist in vielen Schmieden nur selten erforderlich. In diesem Falle bleibt die Schlagschiene und ebenso der Schlaghebel fort, und der Schmied hat jeden Schlag nach Bedarf anzupassen. Man findet daher heute diese Steuerung nur noch

selten, an alten Hämmern aber noch die verschiedenen Zapfen als Reste ihrer früheren Einrichtung, von welcher indessen die selbstthätig bewirkte Ausströmung geblieben ist. Dies muß zu genau abgepaßt werden können, und die Folgen des anprallens der großen Massen gegen den Kolbendeckel können zu fatal werden, um dies dem Führer, oft einem verhältnismäßig jungen Arbeiter, zu überlassen.

Der hier in seinem Prinzip geschilderte einfach wirkende Hammer ist nun heute vielfach verdrängt durch seinen jüngeren, kräftigeren Kameraden, den Hammer mit Oberdampf. Die beiden Brüder sind leicht zu unterscheiden: bei dem älteren das mächtige Gewicht und die nur zum Ziehen eingerichtete dünne Kolbenstange, und bei dem jüngeren der verhältnismäßig kleine Bär mit dem dicken Schaft, der bestimmt ist, die Wirkung auch des über den Kolben eingelassenen Dampfes auf den Bären zu übertragen.

Das Prinzip des Hammers mit Oberdampf läßt sich in folgender Weise herausbilden. Abb. 41 stellt einen Dampfcylinder dar, dessen Kolben mit einem Kloß versehen ist. Der Schieber besitzt keine Überdeckung, gibt also von seiner Mittelstellung aus, in welcher er die Kanäle gerade verdeckt, jedesmal Dampf, sobald der Kolben aus dieser Lage gebracht wird. Die Verbindung zwischen Schieber und Kolben ist derart, daß sich ersterer nach oben bewegt, wenn der Kolben heruntergeht, wie aus der Abbildung ersichtlich ist. Man denke sich nun Kolben und die anhängenden Teile ganz ohne Gewicht, also außer der Einwirkung der Schwerkraft und damit auch der lebendigen Kraft stehend und, bei gefülltem Schieberkasten, etwas aus seiner Mittellage nach unten hin geschoben. Der Schieber geht dann nach oben und gibt von unten Dampf, bringt also den Kolben sofort wieder zurück. Dasselbe würde er bei einer Verschiebung des Kolbens nach oben thun. Der Mechanismus kann also nicht in Gang gebracht werden; anstatt zu treiben, wirkt der Dampf auf Verhinderung jeder Bewegung.



41. Grundprinzip des doppeltwirkenden Hammers.

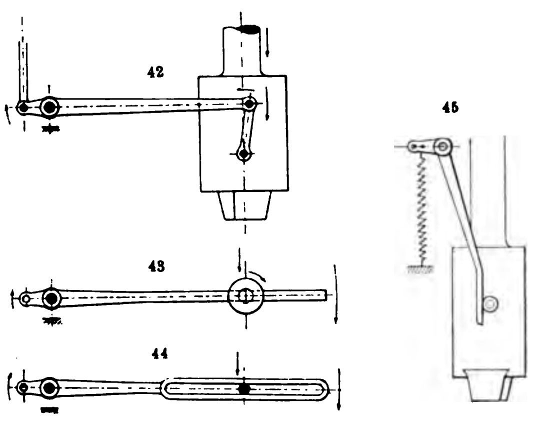
Wir begaben nunmehr den Kolben und seine Teile mit Masse, denken uns aber noch die Schwerkraft ausgeschlossen, etwa, indem wir den Apparat horizontal legen. Wird nunmehr, unter Dampfdruck, der Kolben aus seiner Mitte bewegt, so erhält er wieder Dampf von der entgegengesetzten Seite, bewegt sich demgemäß und geht, da er der lebendigen Kraft zu folgen hat, über die Mittellage hinaus, bis der nun wieder von der anderen Seite wirkende Dampf ihn zurückwirft. Das Spiel wird sich wiederholen, der Kolben geht hin und her, bis der Dampf abgestellt wird.

Stellen wir den Apparat nun senkrecht, so wird das jetzt zur Geltung gelangende Gewicht dahin wirken, daß der Kolben und mit ihm der Bär mehr nach unten als nach oben hin wippt und Bewegungen macht, die sehr gut zum schmieden zu gebrauchen sind. Das überwiegen der Bewegung nach unten hin wird durch die Verschiedenheit der Kolbenflächen verstärkt. Die obere Kolbenfläche ist um den Querschnitt der Kolbenstange größer, als die untere und wirkt in dem genannten Sinne. Kürzt man endlich die Schieberstange etwas, so erhält der Kolben von oben her auch noch mehr Dampf, von unten her weniger und gibt so die volle Schlagwirkung.*)

Die Steuerung eines Dampfhammers unterscheidet sich also von der der Dampfmaschine dadurch, daß: 1) der Schieber nur wenig Überdeckung besitzt und zwar unten mehr wie oben, er gibt also oben mehr Dampf; 2) daß der Kolben und der Schieber stets gleichzeitig auf Mitte ihrer Bewegung stehen, abgesehen von der geringeren oberen Überdeckung; 3) daß die Kolbenstange besonders stark gehalten wird, was nicht nur zum Gewicht der bewegten Massen und zur Verstärkung ihrer selbst, sondern auch zur relativen Verstärkung des Oberdampfes beiträgt.

*) Vergl. hiermit die Beschreibung des Preßlufthammers, Kapitel „Kleineisenindustrie“.

Diesem Prinzip folgen alle selbststeuernden Dampfhämmer. Ihr Unterschied besteht lediglich in der Konstruktion der Steuerungsorgane und etwaigen nutzenbringenden Zusätzen. Zunächst ist es die Art der Verbindung des Schiebers mit der Kolbenstange, welche zu sofort dem Auge auffallenden Unterschieden führt. Der Schieber macht einen nur kleinen Weg, während der Kolben einen verhältnismäßig großen Hub hat. Zwischen beiden muß sich also ein ungleicharmiger Hebel befinden, welcher diese Verschiedenheiten in Einklang bringt. Ferner bewegen sich Kolben und Schieber geradlinig auf und ab, wenn nicht ein Drehschieber angewendet worden ist, während die Hebelenden Kreise beschreiben; dieser Ausgleich ist bei der geringen Bewegung des Schiebers ohne großen Belang, bei der Kolbenseite schwieriger. Man wendet da verschiedene Verbindungsarten an. In Abb. 42 sehen wir ein einfaches Gelenkstück, welches die Verschiedenheiten der Bewegungen ausgleicht. Bei der Anordnung Abb. 43 schiebt sich der Hebel in einer am Bären drehbar befestigten Nuß, während er in Abb. 44 zu einer Couliffe umgewandelt worden ist, welche diese Nuß umschließt. Hier ist also überall der sogenannte Zwangsschluß angewendet; die genannten Organe sind „zwangsläufig" miteinander verbunden. In der Abb. 45 gleitet der Hebel, durch eine Feder angepreßt, an der Rolle des Bären entlang. Bei dieser Anordnung kann der Hebel besonders leicht eine gewisse Form erhalten, um die Schieberstellung von der des Bären unabhängiger zu machen. Biegt man ihn z. B. so, daß er, wie gezeichnet, in den tieferen Stellungen des Bären vertikal anliegt, so bleibt der Schieber in seiner Lage, unabhängig von der Dicke des Schmiedestückes.



42—45. Verbindung des Steuerhebels mit dem Bären.

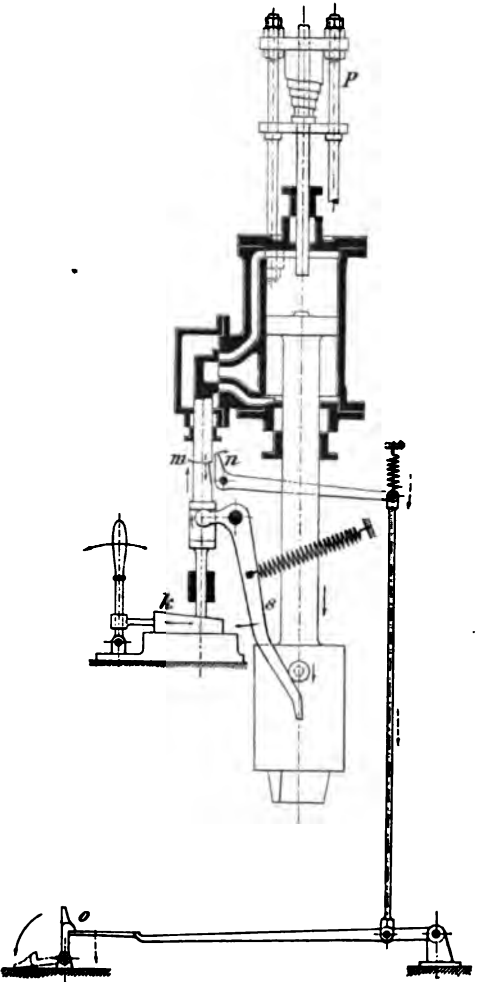
Diese Anordnung ist u. a. auch an dem Henckelschen Hammer (Abb 46) getroffen, der sich noch durch eine besondere Reihe von Eigentümlichkeiten auszeichnet und so unter den Hämmern mit Oberdampf etwa die Stellung einnimmt, die wir dem Nasmyth-Hammer unter den Hämmern ohne Oberdampf angewiesen haben. Zunächst hat dieser Hammer eine sehr starke Schieberstange, welche wie ein Dampfkolben wirkt und infolgedessen den Schieber veranlassen will, immer in seiner unteren Lage zu verharren, ganz ähnlich, wie wir es auch beim Nasmyth-Hammer (nach oben hin) fanden. Er wird also durch den Schlepphebel beim Niedergang des Bären nach oben gezwungen, im übrigen nach unten gepreßt; im ersteren Fall treibt ihn der Dampf nach oben, im letzteren nach unten: der Bär tanzt. Sorgt man durch einen Keil (Abb. 46 k) dafür, daß der Schieber nur wenig nach unten kommt, also nur wenig Dampf von oben erhält, so spielt er auf und ab, ohne das Schmiedestück zu berühren. Zieht man den Keil etwas zurück, so wird der Dampf von oben her wirksamer, der Schlag kräftiger, bis, wenn der Keil ganz zurückgezogen ist, der volle Dampf zur Wirkung gelangt. Dieser Regulierkeil erteilt dem Hammer ein besonders feines Anpassungsvermögen.

Die Abhängigmachung des Schiebers vom Dampfdruck bringt aber noch eine andere Sonderheit mit sich. Hat der Hammer längere Zeit gestanden, so setzt sich der Schieber oder seine Stange leicht fest; auch beim anwärmen gehorcht er nicht sofort, während der Kolben vermöge seiner größeren Fläche schneller gangbar wird. Er geht also, beim anwärmen, in die Höhe, während der Schieber dem Dampfdruck noch nicht gehorcht, daher noch nicht nach unten geht und also auch nicht von oben Dampf gibt. Da liegt die Gefahr vor, daß der Kolben gegen den Deckel fährt, ohne rechtzeitig Oberdampf zu erhalten, und ihn zerbricht. Diesem Umstand entsprechend hat der Cylinder eine Pufferfeder (Abb. 46 p) erhalten, welche, wie das Luftkissen beim Nasmyth-Hammer, den Stoß abfängt.

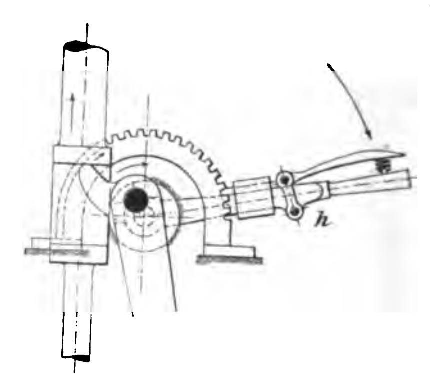
Um den Hammer zu befähigen, nach Bedarf dicke und dünne Schmiedestücke zu bearbeiten, ist, abgesehen von der oben besprochenen Form des Schlepphebels, die Achse des letzteren beweglich gemacht; sie ist exzentrisch gelagert. Durch drehen des Steuerhebels h (Abb. 47) wird diese Achse und damit der Schieber gehoben und so der Unter- oder der Oberdampf verstärkt und dem Zwecke angepaßt. Zugleich ist hierdurch ein Mittel gegeben, den Schieber zu bewegen, ohne ihn erst durch die Bewegungen des Bären dazu zu veranlassen, was beim anwärmen oft von großer Annehmlichkeit ist.

Endlich kann man den Hammer auch zum schlagen, d. h. zum abgeben einzelner, abgemessener Schläge einstellen. Die Schieberstange erhält Abb. 46 m einen Kerb, in welchen sich eine Klinke n einsetzt, die vermöge Federdruck einschnappt, für den gewöhnlichen Gebrauch indessen durch den Haken o zurückgehalten wird. Sobald jedoch die Klinke, nach dem Ablegen des Hakens o, eingesetzt hat, was nur in der oberen Lage des Schiebers stattfinden kann, hält sie den Schieber in dieser Lage, der dann dem Kolben von unten her Dampf gibt und ihn ebenfalls oben schwebend erhält.

Rückt man die Klinke durch niedertreten des Hebels aus, so fährt der Schieber nach unten, gibt dem Kolben von oben Dampf; dieser fährt herunter, vollführt den gewünschten Schlag, reißt dabei aber den Schieber — vermöge des



46. Henckelscher Hammer.



47. Heben des Schiebers.

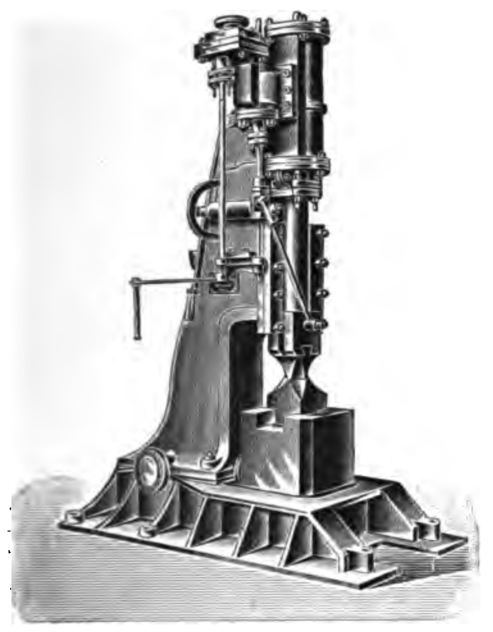
Schlepphebels — wieder herunter, der ihm Unterdampf gibt und sofort wieder nach oben jagt. Inzwischen hat sich die Klinke aber wieder eingesetzt und hält den Schieber und damit den Kolben oben. Der Bär gibt bei dieser Einrichtung also nur einen kräftigen Schlag, vorausgesetzt, daß man den Tritthebel sofort wieder losgelassen hat, so daß die Klinke einschnappen konnte. Hält man dagegen den Tritthebel nieder, so gibt der Hammer so lange einzelne und je nach der Stellung des Regulierkeiles mehr oder weniger starke Schläge, bis der Tritthebel freigelassen worden ist.

Der dargestellte Henckelsche Hammer besitzt also ein außerordentliches Anpassungsvermögen und führt aus diesem Grunde den Namen Universalhammer.

Ein sehr beliebter Hammer ist der Banningsche Hammer (Abb. 48), welcher jedoch nur nach dem in Abb. 41 dargestellten Prinzip arbeitet und die Schieberbewegung nach Abb. 43 eingerichtet besitzt.

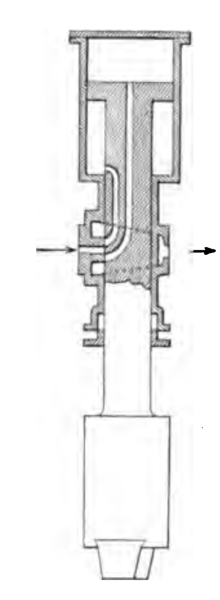
Ganz ohne bewegliche Zwischenteile arbeitet der Hammer von Brinkmann (Witten), welcher mit einer Kanalsteuerung versehen ist, wie in Abb. 49 skizzenmäßig angegeben. Da der Kolben bei jeder Abweichung von der Mittelstellung aus Dampf erhält, so spielen sich hier genau dieselben Vorgänge ab, wie bei dem durch Abb. 41 dargestellten System. — Ganz ähnlich arbeitet der in dem Kapitel „Kleineisenindustrie" beschriebene Preßlufthammer.

Eine besondere Richtung wurde dem Dampfhammer durch Daelen gegeben, welcher zuerst das Prinzip der getrennten Expansion für Dampfhämmer einführte. Daelen benutzte die Verschiedenheit der unteren und oberen Kolbenflächen (Abb. 36) zur Expansion. Der frische Dampf wird unten eingeleitet und dient zunächst zum heben; alsdann strömt





48. Banningscher Hammer.



49. Brinkmannscher Hammer.

er in den oberen Raum und wirkt nun mit der Differenz der beiden Kolbenflächen und im Verein mit dem Gewicht des Bären und der schweren Kolbenmassen auf Schlag. Es findet also für jede Doppelbewegung des Bären immer nur eine einmalige Dampfzuführung statt, und dabei eine ziemlich ausgenutzte Expansion, womit eine nicht unbeträchtliche Dampfersparnis verbunden ist.

Dem Dampfhammer zur Seite steht der Gashammer, der durch Gasexplosionen, nach Art der Gaskraftmaschinen bethätigt wird, indessen noch keine größere Verbreitung erlangt hat.

Da, wo man keinen Dampf oder kein Gas zum direkten Betrieb zur Verfügung hat oder zur Verwendung nehmen will, verwendet man die Transmissionshämmer. Dieselben werden mit wenigen Ausnahmen nur für kleinere Schmiedearbeiten, zum mindesten nur sehr selten für große Schmiedestücke verwendet und daher weiter unten, in dem Kapitel Kleineisenindustrie, besprochen.

Auch die Elektrizität ist zum treiben eines Hammerbären verwendet worden. 1882 stellte Desprez in München einen Hammer aus, der durch die Wirkung elektrischer Spiralen gehoben wurde, deren Zahl nach Belieben geändert werden konnte.

Die Schmiedepresse, Warmpresse und Schmiedemaschine.

Die Wirkung des Schlages läßt sich häufig auch durch Druck erzielen, manchmal sogar wesentlich bessern oder zweckmäßiger gestalten.

In beiden Fällen wird Arbeit geleistet, die sich bekanntlich durch das Produkt aus Kraft und Weg bestimmen läßt. Fällt ein Hammerbär von einem Gewicht G kg H m herunter, so ist die von ihm abzugebende Arbeit G H kgm. Und wird dabei das Schmiedestück um s m zusammen gepreßt, so muß ein Druck ausgeübt werden, der, mit s multipliziert, jene Arbeit H G wiedergibt, abgesehen von der Arbeit, die sich dabei in Wärme umsetzt und für die Formveränderung, Strahlung u. s. w. verloren geht. Der auf diese Weise ausgeübte mittlere Druck berechnet sich also mit für unsere Zwecke genügender Annäherung auf $\frac{G\,H}{s}$ kg. Dieser selbe Druck kann aber ohne Anwendung des Schlages durch Pressung hervorgebracht werden, wobei der unter Umständen sehr große Vorteil entsteht, daß dem Material Zeit gegeben wird, nachzugeben. Dieselbe auf Formveränderung gerichtete Arbeit kann also bei verhältnismäßig großen Stücken vorteilhafter auf dem Wege des Druckes als durch den Schlag vollbracht werden, nämlich immer da, wo das Material Zeit gebraucht, um nachgeben zu können. Dies ist vorwiegend bei großen Stücken der Fall.

Schlägt man mit einem kleinen Hammer auf einen eingespannten Stift, so gelingt es leicht, einen Kopf anzuhämmern, ohne den Stift zu stauchen; ein schwerer Hammer aber staucht denselben, ohne einen Kopf zu bilden. Bei den leichten Schlägen des Niethammers ist nicht genügend Zeit für das eindringen der Arbeit vorhanden, und dies macht sich nur oben geltend; der schwere ruhigere Schlag dringt tief in das Material ein.

Die immer gewaltiger werdenden Stahlblöcke unserer modernen Industrie forderten immer wuchtigere Schläge und steigerten das Gewicht der Hammerbären bis zu 1000 Ztr., wie es der „Fritz" bei Krupp besitzt. Und doch drangen die Schläge nicht tief genug ein und machten sich zu sehr in den äußeren Schichten geltend. Da begann man, die Hydraulik heranzuziehen, und lernte den ruhigen aber gewaltigen Druck benutzen, der tief bis in den innersten Kern des Schmiedestückes einzudringen imstande ist.

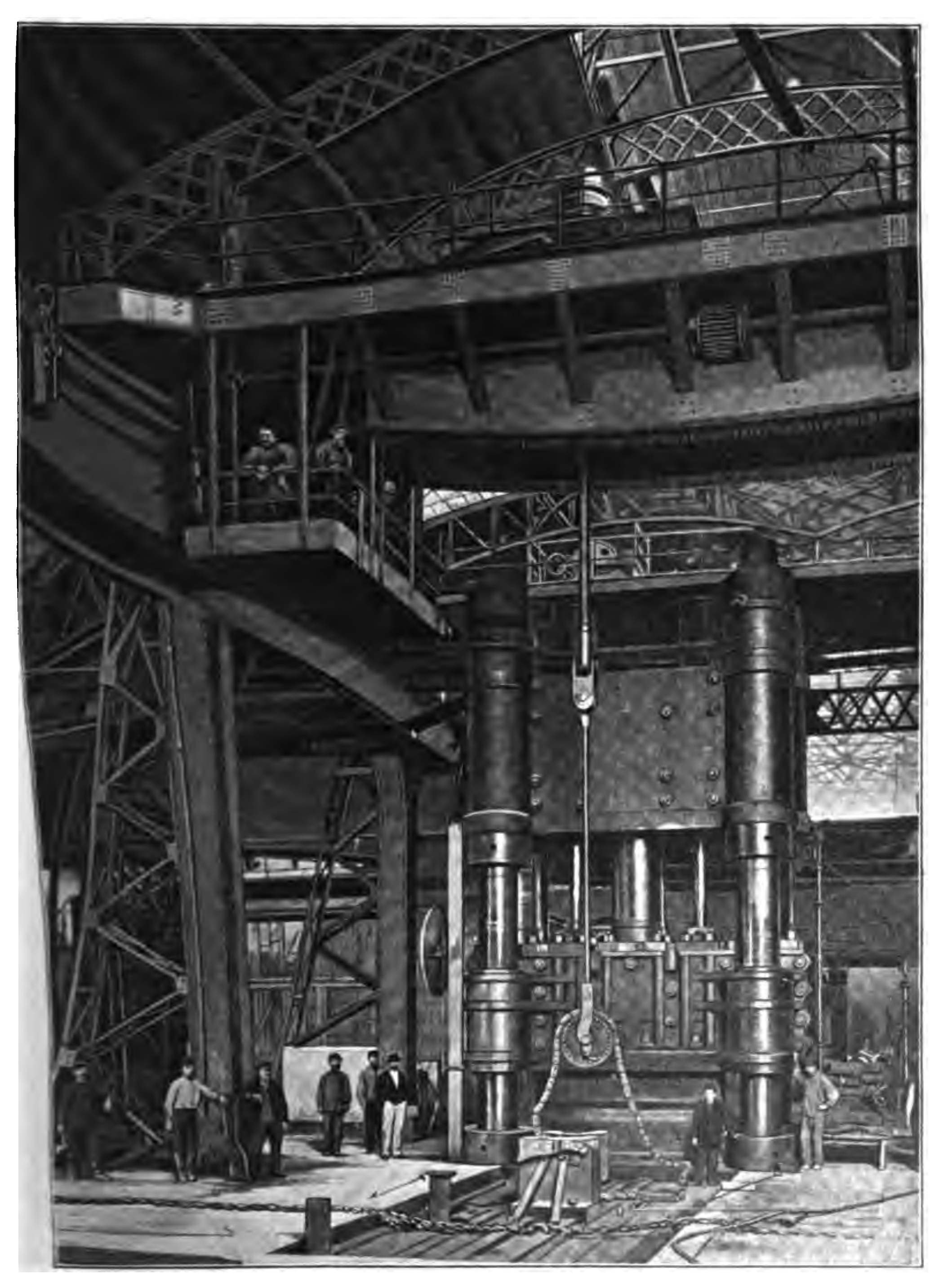
So entstand die Schmiedepresse*), die von Haswell zuerst gegebene Verwendung der altbekannten hydraulischen Presse für Schmiedezwecke, denen sich, wie wir sehen werden, neuerdings das scheren, lochen und nieten im Maschinenbau oder Hüttenwesen angeschlossen hat.

Bei der Schmiedepresse wird das Schmiedestück zwischen zwei meist senkrecht übereinander befindliche Backen genommen, von denen die untere den Amboß, die obere den Hammer ersetzt, und welche (Abb. 51 bis 53[7]) durch gewaltige Zugstangen a a miteinander verbunden sind. Die untere Bahn b ist unbeweglich und hat in unserer Abbildung eine vertiefte Gestalt, wie es etwa für runde Schmiedestücke erforderlich erscheint. Die obere Backe c, in der Regel auch Hammer genannt, bewegt sich an den säulenartigen Zugstangen entlang auf und nieder. Früher geschah dies in der Weise, daß das heben durch Gegengewichte oder auch durch Wasserdruck erfolgte, in welchem letzteren Falle, da dazu nur wenig Druck erforderlich ist, wie bei dem Dampfhammer mit Oberdampf der ringförmige untere Teil der Kolbenfläche benutzt, also wesentlich weniger Wasser verwendet wurde. Neuerdings hebt man die Hämmer mit Hilfe kleiner einseitig wirkender Dampfcylinder d d, wie es bei den modernen mit Dampf betriebenen Pressen sich von selbst ergibt. Die eigentliche Arbeitsbewegung des Hammers erfolgt durch den Druck des punktiert gezeichneten Cylinders (Abb. 51), der sein Wasser durch das Rohr g von oben her erhält.

Die hier erfolgte Pressung liegt zwischen 50—1000 Atmosphären, wobei diejenige von 100 Atmosphären etwa als eine die Anordnung betreffende Grenze angesehen wird;

*) Vergl. „Stahl u. Eisen" 1892, Nr. 4, sowie: R. M. Daelen, „Einiges über Schmiedepressen". Düsseldorf, März 1898.

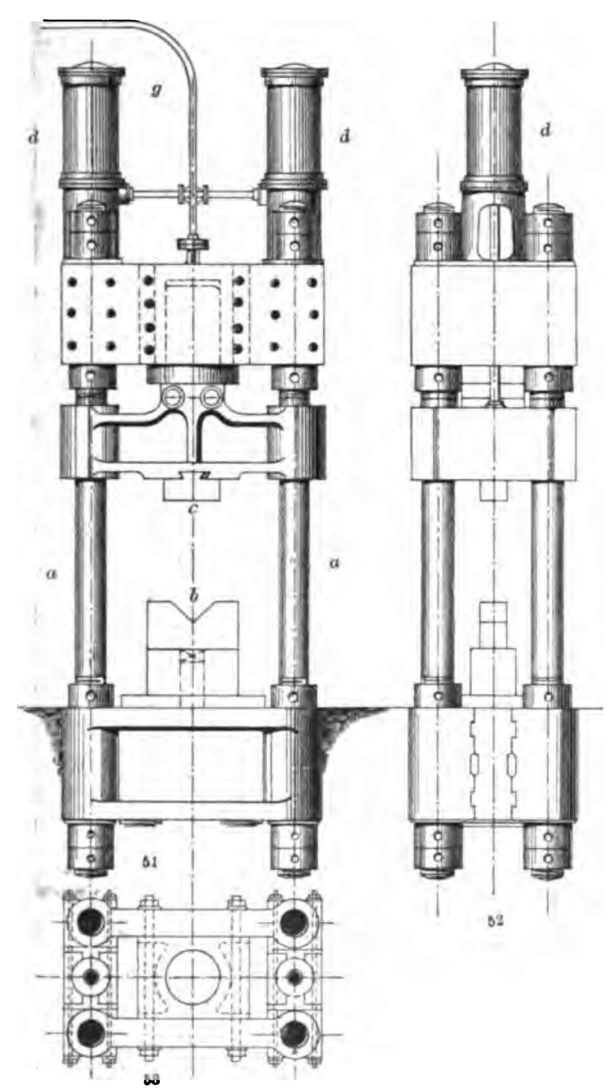
[7]) Kalker Werkzeugmaschinenfabrik, Breuer, Schumacher & Co.



50. Dampfhydraulische Presse für 10 000 000 kg Druck,
ausgeführt von Breuer, Schumacher & Co. in Kalk.

unter dieser Grenze kann man die übliche Hanfpackung verwenden, während die größeren Pressungen Lederstulpdichtung erfordern. Ferner tritt der Stahl an die Stelle des Eisens. Auch die Steuerungsorgane müssen bei hohen Pressungen anders konstruiert werden, ein Umstand, welcher besondere Berücksichtigung erheischt.

Bei den großen Wassermengen, welche die vielfachen heutigen hydraulischen Betriebe erfordern, hat die gewöhnliche etwa von einer Transmission aus getriebene Pumpe längst nicht mehr genügt und mußte durch besondere Maschinenpumpen ersetzt werden. Eine solche ist in der Abb. 54[8]) dargestellt. A ist der Dampfcylinder und B, C u. D sind die verschiedenen Kolbenstangen, welche zum Teil nach dem Differentialsystem ausgeführt sind. Das Ende desselben, bei n, wirkt wie eine gewöhnliche Pumpe und befördert das Wasser zum anderen Ende, von wo aus es durch den ringförmigen Teil des dortigen Kolbens weiter getrieben wird.



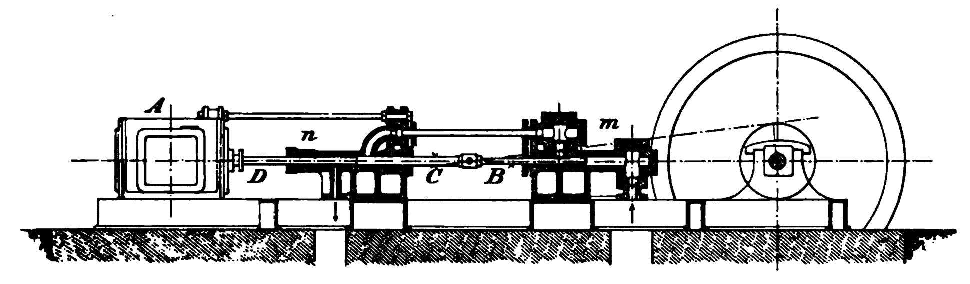
51 bis 53. Daelens Schmiedepresse.
51. Vorderansicht. 52. Seitenansicht. 53. Grundriß.

Würde man eine solche Pumpe nun direkt mit der Presse verbinden, so müßte ihr Gang genau der Arbeit der letzteren angepaßt werden; sie müßte abgestellt werden, solange die Presse nicht zu arbeiten hat, und jedesmal mit richtiger Geschwindigkeit angestellt werden, wenn geschmiedet werden soll. Dies ist nicht angängig; man schaltet daher den 1843 von Armstrong erfundenen Sammler, **Akkumulator**, ein, welcher das gepreßte Wasser aufnimmt, solange die Presse dasselbe nicht gebraucht, und es auch abgeben kann, ohne daß die Pumpe zu arbeiten nötig hat. Ein solcher Akkumulator besteht wieder aus einem kräftigen Cylinder (Abb. 55), dessen Kolben ziemlich lang ausgeführt und deswegen oft mit Führungen versehen und zudem sehr schwer belastet ist, so daß der erforderliche Druck vorhanden bleibt. Diese Belastung wirkt also, wie der Windkessel an einer Pumpe: sie hebt sich, nimmt, so zu sagen, den Überschuß auf, wenn zuviel gepumpt wird, und senkt sich, wenn mehr gefordert wird, als die Pumpe liefert.

Einen solchen wirklichen Windkessel haben **Prött & Seelhoff** (Abb. 56 bis 58[7]) eingerichtet und dadurch den kostspieligen Gewichtsakkumulator in recht zweckmäßiger Weise ersetzt. Abb. 56 stellt in a den vertikalen Cylinder dar, in welchen die Pumpe das

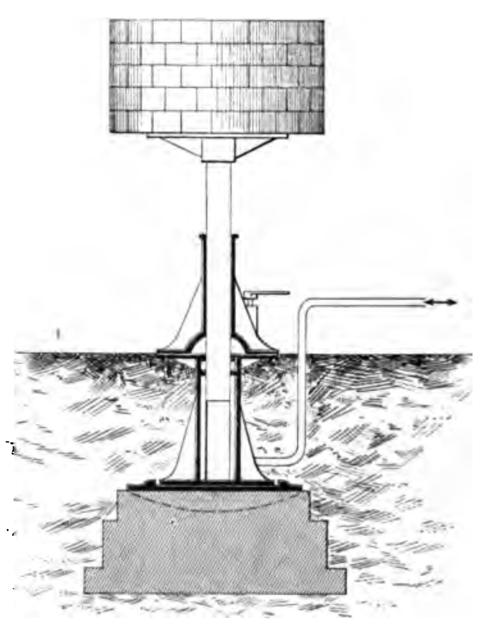
[8]) „Stahl und Eisen“, 1892.

Wasser preßt; b ist der bezügliche Kolben, welcher sich oben zu einem offenen Cylinder c erweitert, der sich vermittelst einer Stopfbuchse d dicht in dem Boden des eigentlichen Windkessels e bewegt, wobei die Dichtung durch Wasser unterstützt wird. In dem Cylinder e befindet sich Preßluft von beispielsweise 50 Atmosphären Spannung. Beträgt der Querschnitt der oberen Stopfbuchse, bei c, z. B. 10 mal so viel, wie der der unteren, bei b, so muß das Wasser in dem Pumpencylinder a 500 Atmosphären Pressung haben,



54. Dampfpumpe für die hydraulische Schmiedepresse.

um den Kolben tragen zu können. Wie nun früher, beim Gewichtsakkumulator, die Belastung, so geht jetzt der Kolben in die Höhe, wenn die Pumpe mehr Wasser liefert, oder er wird im entgegengesetzten Fall herabgepreßt. Beim steigen wird nun die Luft im Cylinder e noch mehr zusammengepreßt und in dem Verhältnis der darin vorhandenen Luft zur Volumverminderung an Spannung zunehmen. Je größer also das abgeschlossene Luftquantum ist, desto weniger wird sich unter sonst gleichen Umständen die Spannung derselben ändern.

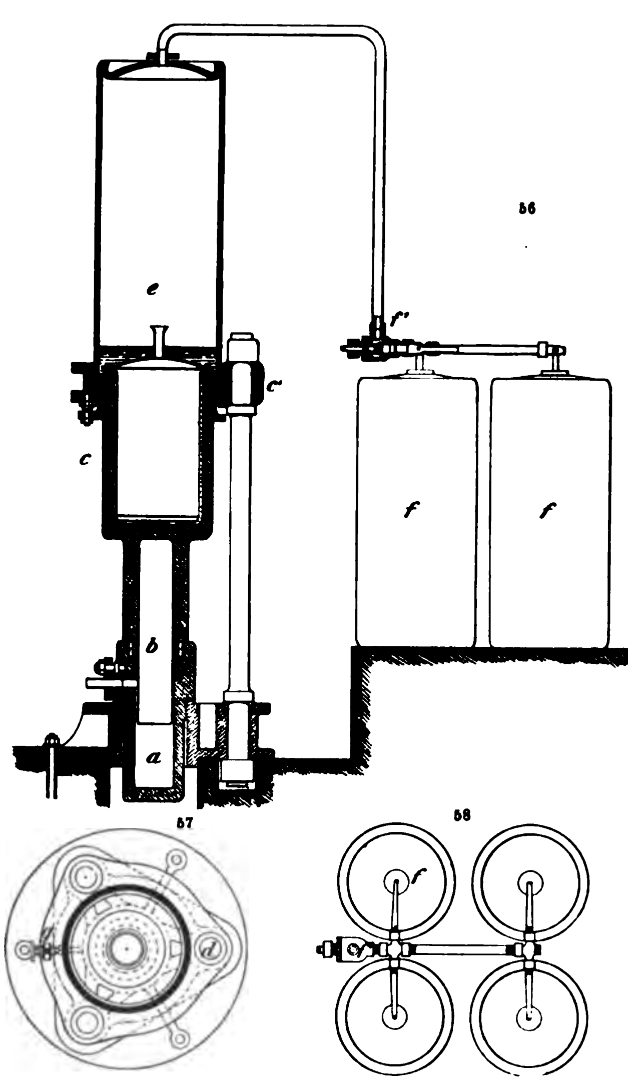


55. Gewichtsakkumulator.

Man bringt nun, um diese Änderung möglichst gering zu machen, den Raum e, der bereits durch den Hohlraum des Kolbens c eine Vergrößerung erfahren hat, mit noch anderen Räumen, den Cylindern f, f (s. auch Abb. 58) in Verbindung — in Bochum sind deren 6 Stück angewendet worden — und erhält so eine nahezu gleichmäßige Spannung. Um den Hohlraum in c wasserfrei zu halten, ist ein Blechgefäß eingesetzt worden, dessen oben offener Hals über die dort befindliche Wasserfläche hinausragt, so daß der Luftinhalt desselben mitspielt. In der tiefsten Stellung setzt sich der Kolben auf hölzerne, durch starke Eisenbänder zusammengehaltene Ringe, welche den Luftdruck zu tragen haben.

Eine weitere und sehr wesentliche Vereinfachung hat R. M. Daelen in Düsseldorf, der Sohn des berühmten Erfinders des oben besprochenen Universalwalzwerkes und des Expansions-Dampfhammers, durch Einführung des direkten Dampfdruckes geschaffen, wodurch Pumpe und Akkumulator gleichzeitig überflüssig werden. Abb. 59 zeigt eine hydraulische Schmiedepresse, wie wir sie soeben bereits kennen gelernt haben, in Verbindung mit einem danebenstehenden vertikalen Cylinder a, in welchem der Kolben durch Dampf in die Höhe getrieben wird, während er durch sein eigenes Gewicht wieder herniedersinkt, dabei in zweckmäßiger Weise den gebrauchten Dampf in den oberen im übrigen mit der freien Luft in Verbindung stehenden Raum treibend, welcher auf diese Weise stets warm gehalten wird. Die Kolbenstange

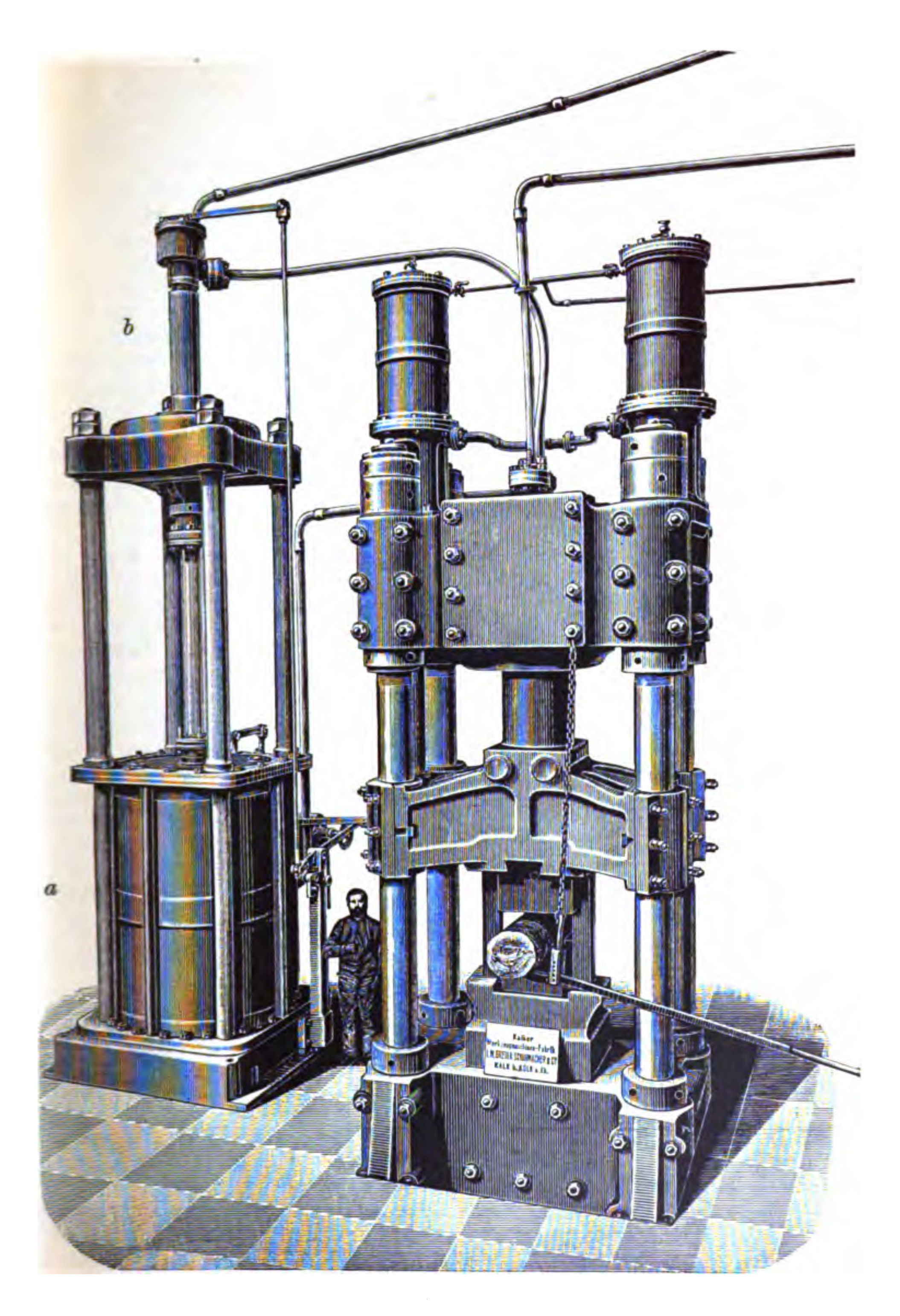
ist gleichzeitig Pumpenstange für den vertikalen Cylinder b, der mit Wasser gefüllt ist und mit dem hydraulischen Cylinder der nebenstehenden Presse in Verbindung steht. Oben befindet sich ein Kopf mit Ventil und Wasser, welches etwaigen Verlust zu decken und für wiederholte Stöße das Wasser zu liefern bestimmt ist. Durch den Aufgang des Dampfkolbens wird das in b befindliche Wasser in den Preßcylinder der Schmiedepresse gedrückt, wodurch dieselbe bethätigt wird. — Diese Einrichtung hat neben der ganz wesentlich größeren Einfachheit des Aufbaues und der Handhabung noch den Vorteil der größeren Schnelligkeit für sich und erfreut sich aus diesem Grunde in den letzten Jahren einer sehr schnellen Verbreitung.



56—58. Luftdruckakkumulator von Prött & Seelhoff.
56. Ansicht. 57. Schnitt. 58. Windkessel.

Die Schmiedepresse hat nun, gleichsam zum Dampfhammer zurückführend, auch dessen Form wieder angenommen. Abb. 60[3]) zeigt uns eine solche „Dampf-Schnellschmiedepresse mit Wasserdruckübertragung" der Firma Breuer, Schumacher & Co. in Kalk, welche in gedrängtester Form alles in sich vereinigt, was wir sonst getrennt fanden: a ist der hier doppelt wirkende Dampfcylinder, dessen Kolbenstangen nach unten und oben wie Pumpenstangen wirken. Das von den beiden Pumpen b, b gelieferte dem Behälter d entnommene Wasser geht durch das Rohr c von oben in den eigentlichen Arbeitscylinder e und preßt den Hammer nieder, der nach geleisteter Arbeit von dem nebenliegenden Dampfcylinder mittels der Arme g gehoben wird u. s. w.

Der schlaglosen Schmiedepresse schließen sich der Wirkungsart nach die Schmiedemaschine, der Bauart nach die Warmpresse an. Auch die Schmiedemaschine arbeitet mit Hammerbahnen oder rohen einfachen Gesenken und übt durch nacheinanderfolgende und mehrseitige Bearbeitung die Wirkung des schmiedens aus, besitzt aber den Kurbelmechanismus bezw. den Exzenter und wir auch nur in wesentlich kleineren Verhältnissen angewendet; wir werden sie daher in der Kleineisenindustrie wiederfinden. Dagegen besitzt die Warmpresse die Einrichtung der Schmiedepresse und unterscheidet sich nur durch die Verwendung. An die Stelle der Hammerbahnen tritt das Gesenk und an die des schmiedens die einseitige Preßwirkung.



59. Daelens Drucküberſetzer.

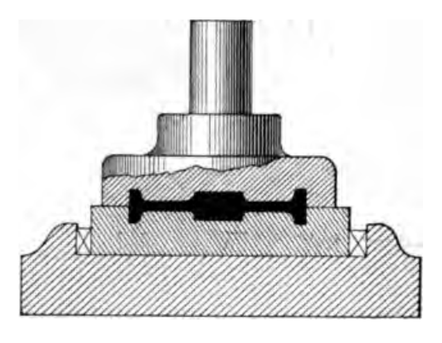
Die Warmpresse ist schon ziemlich alt, wenn auch ihre Verwendung bis vor kurzem noch selten war. Der Lokomotivbau benutzt sie schon längst zur Herstellung der Dampfkolben und Kreuzköpfe, Maschinenteile, bei denen möglichste Leichtigkeit mit größter Festigkeit verbunden sein muß. Abb. 61 zeigt die beiden an die Stelle der Hammerbahnen einzusetzenden Gesenke, zwischen welchen das etwas vorgeformte gut warme Rohstück in seine endgültige Form gebracht wird. Abb. 62[9]) stellt eine wesentlich kompliziertere Gesenkvorrichtung dar, wie sie ein weniger einfaches Preßstück, ein Kreuzkopf, erheischt. — a ist der Preßcylinder mit dem Preßkolben b, und c das in letzterem befindliche Obergesenk, der inneren Form des schwarz gezeichneten Kreuzkopfes entsprechend. Das Untergesenk besteht aus dem geteilten oberen Stück d, welches durch die Stange e, e zusammengehalten wird und auf der Unterlage f verdübelt ist. Das Grundstück g enthält die herausziehbaren Einlagen h und die Platte i, deren Dicke durch die Höhe der für die Aufnahme der Kolbenstange dienenden Nabe, und deren Form durch die genannten Einlagen h bestimmt wird. Für das entweichen der Luft sind Kanäle vorbereitet, welche oberhalb der Führungsleisten des Gleitschlittens am Obergesenk entlang laufen. Die Stücke k, k bestimmen die Tiefe des einpressens. — Die zum pressen erforderliche Kraft wird bei dieser Vorrichtung auf hydraulischem Wege erzeugt; und nichts hindert, hier alle die Mittel anzuwenden, welche wir bei Besprechung der Schmiedepresse kennen gelernt haben, so auch den Daelenschen Übertrager. Auch kann der Druck durch Schrauben oder Exzenter hervorgebracht werden und endlich durch den Schlag entstehen. Ein solches Werkzeug haben wir bereits im Henckelsschen Dampfhammer kennen gelernt. Der Schlag kann endlich auch durch Fallwerke erzeugt werden, was zu den Stampf- oder Schlagwerken führt. Alle diese Einrichtungen werden wir in der Kleineisenindustrie näher kennen lernen.

60. Schmiedepresse in Dampfhammerform.

[9]) Nach Ledebur, „Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie“.

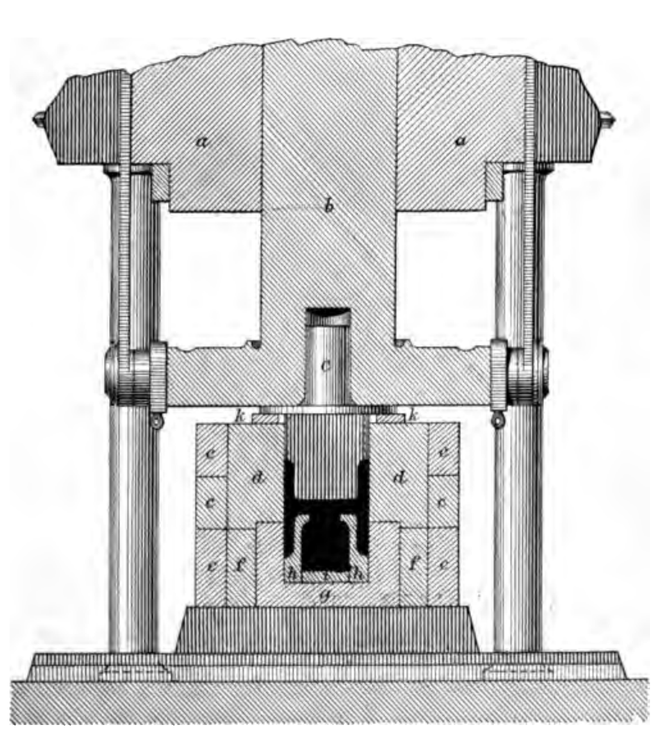
Die Technik des Schmiedens.

Die Technik des schmiedens besteht nun in der richtigen Anwendung der Hammerbahnen und ist in der großen Schmiede eine ziemlich rohe. Immerhin gehört ein sehr geschärfter praktischer Blick und ein besonderes Geschick dazu, die oft mächtigen Stücke zweckmäßig zu hantieren. Besondere Schwierigkeiten stellen sich da ein, wo eine Schweißung vorgenommen werden soll. Hier muß das Schmiedestück auch im Feuer mit besonderer Vorsicht gehandhabt werden, wozu die Anforderung tritt, die beiden betreffenden Stücke auch schnell in der richtigen Weise zu vereinigen. Im übrigen steht die Schnelligkeit in der großen Schmiede gegenüber der in der Kleinschmiederei sehr zurück.



61. Schmiedepresse mit Gesenk für Lokomotivkolben.

Als Beispiel diene zunächst die Herstellung einer doppelt gekröpften Kurbelachse. Solche Stücke mußten vor Einführung des Bessemerprozesses aus Schmiedeeisen hergestellt und zusammengeschweißt werden. Sie bestanden demzufolge aus drei Stücken, der geraden Achse und den beiden winkelrecht zu einander aufzusetzenden Kurbelstücken, welche in hoher Weißglut — Schweißhitze — aufgesetzt und durch kräftige Hammerschläge aufgetrieben wurden. Wir werden ähnliche Arbeiten bei der Amboßschmiede näher kennen lernen und gehen hier darüber hinweg. — Die Herstellung der Ausschnitte geschah durch ausbohren, wie in der Abb. 63 angegeben ist. Das also sehr roh vorgearbeitete Stück gelangte dann auf die Drehbank.



62. Schmiedepresse mit Gesenk und Einlage.

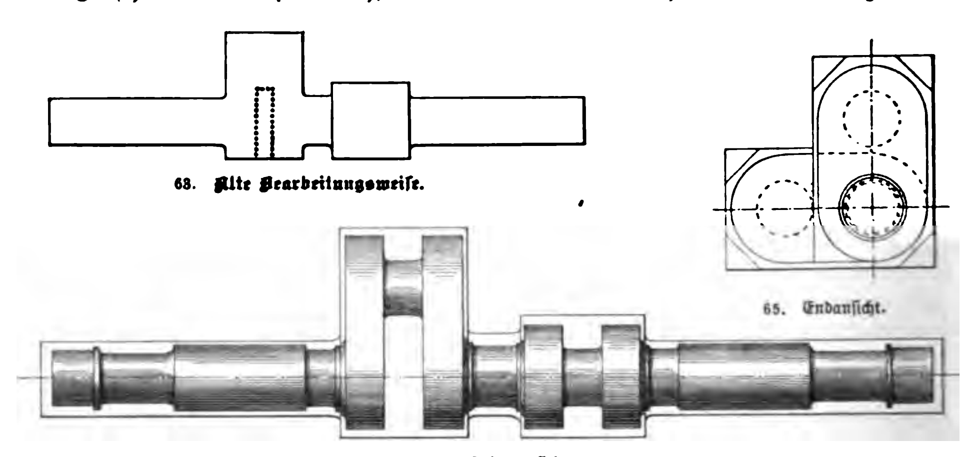
Seit Einführung des Flußeisens fällt das zusammenschweißen fort, und das Ganze wird aus einem Block geschmiedet. Dieser Block — die Bramme — erhält Dimensionen, welche das zukünftige Maß reichlich in sich tragen — wie in der Abb. 63, 64 u. 65[3]) angegeben ist — und ein Gewicht, welches 80-100 % mehr beträgt, als das fertige Schmiedestück erhalten soll; soviel muß man auf Verlust durch ausschneiden und verzundern zurechnen. Abb. 66 zeigt, in kleinerem Verhältnis, die gegossene Bramme, welche mit einem Zapfen zum anbringen der Zange versehen ist.

Die Handhabung erfolgt unter Benutzung eines Kranes, an welchem das Schmiedestück so aufgehängt wird, daß der Schwerpunkt unter der Kette liegt. Der Schmied hat

also mit dem Gewicht nichts zu thun, sondern lediglich Drehungen auszuführen, während die Arbeiter am Kran auf Geheiß die vertikalen und horizontalen Bewegungen vermitteln.

Die erste Arbeit bezweckt die Herstellung eines flachen Stückes, dessen Querschnitt[3]) der Höhe der Kurbeln entspricht, wie Abb. 67 u. 68 angeben. Die Bramme wird in den Flammofen gebracht und dort so eingemauert, daß der Zapfen außen bleibt.

Die weiteren Operationen beziehen sich auf das absetzen der Kurbeln und einsetzen des Zwischenraumes a (Abb. 68), wobei beide Kurbeln noch in der Ebene liegen. Um



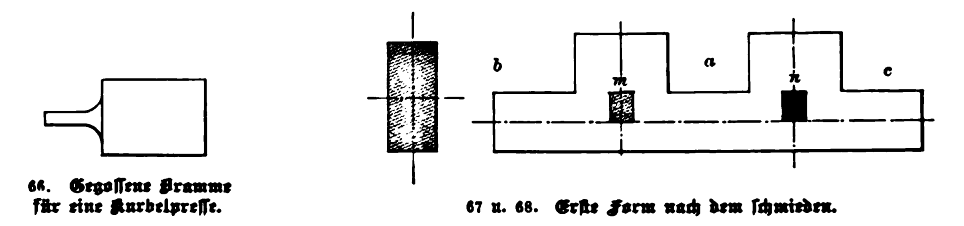
63. Alte Bearbeitungsweise.

65. Endansicht.

64. Seitenansicht.

64 u. 65. Doppelt gekröpfte Kurbelachse.

dies genau herzustellen, wird das Stück mit einer Blechschablone verglichen, welche der herzustellenden Form entspricht. Nunmehr erfolgt die Herstellung der Ausschnitte a, b und c, welche mit Hilfe des **Schrotbeiles** abgetrennt werden. — Solch Schrotbeil ist wohl das ungefügste Schneideinstrument, das es gibt. Es ist (Abb. 69) ein messerförmiges Stahlstück von so groben Verhältnissen, daß man sich Mühe geben muß, die



66. Gegossene Bramme für eine Kurbelpresse.

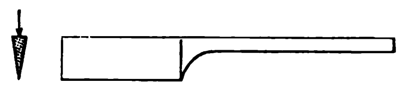
67 u. 68. Erste Form nach dem Schmieden.

Schneide als solche zu erkennen. Der Schmied setzt es genau auf und läßt den Hammer treiben. Auf ähnliche Weise erfolgt die Abtrennung durch Schnitte, welche parallel der Achse des Schmiedestückes geführt werden. — Man sieht, daß hier von einer Formgebung durch schmieden nur wenig die Rede sein kann. — Das Resultat ist also ein Stück in der Form der Abb. 68.

Nunmehr werden die eigentlichen Kurbeln vorbereitet, deren Formvollendung auf kaltem Wege geschieht. Die Schmiede liefert nur zwei Löcher m, n, welche zunächst mit Hilfe der Schablone vorgezeichnet und dann dadurch hergestellt werden, daß ein genau zugepaßter viereckiger, stählerner Block mit Hilfe des Dampfhammers durchgetrieben wird.

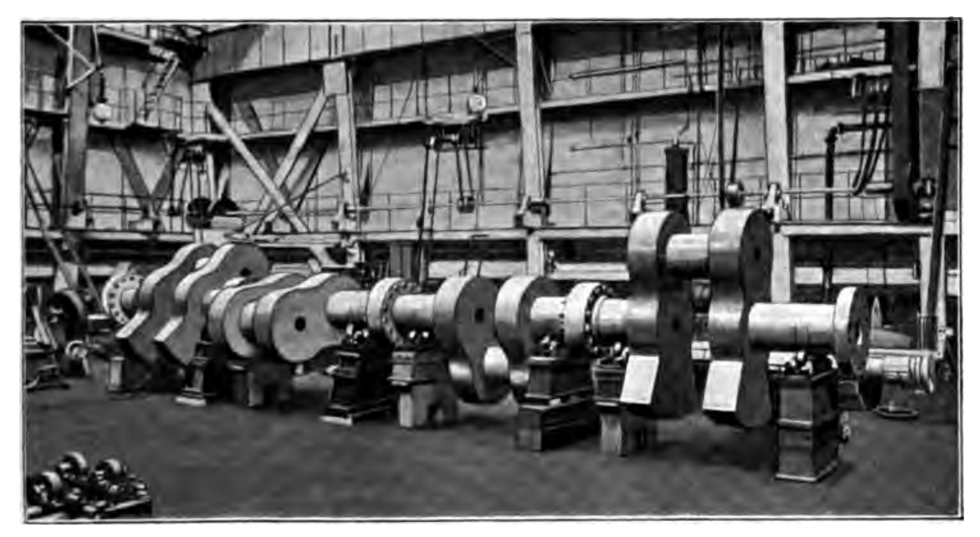
Während nun die Kurbeln bei dem eigentlichen schmieden einer Kurbelachse der hier vorliegenden Art, wie Abb. 63 zeigt, selbst gleich in der richtigen, winkelrecht stehen-

den Lage entstehen, liegen dieselben bei der modernen Methode zunächst noch in einer Ebene und müssen dementsprechend gedreht werden. Das Arbeitsstück gelangt aus diesem Grunde noch einmal in den Ofen, um dort in der Mitte gut warm gemacht zu werden, und wird dann mit der einen Kurbel auf den Amboß gelegt und durch aufsetzen des Hammers festgehalten; darauf wird ein kräftiger Hebel bei der zweiten Kurbel angebracht und diese durch Menschenkraft — bei größeren Stücken natürlich unter mechanischer Beihilfe — um 90° gedreht. Dann folgt das richten und beschmieden, um die Rundungen möglichst herzustellen, und darauf ein nochmaliges gutes durchglühen, womit die Arbeit in der Schmiede beendet ist.



69. Schrotbeil.

Abb. 70 stellt eine große, vierfach gekröpfte Schiffsschraubenwelle dar, welche aus vier einfachen Kurbeln zusammengesetzt ist, von denen jede ähnlich hergestellt worden ist, wie soeben beschrieben. Dieselben sind an den Enden mit Flanschen versehen, mit Hilfe



70. Vierfach gekröpfte Schiffsschraubenwelle.

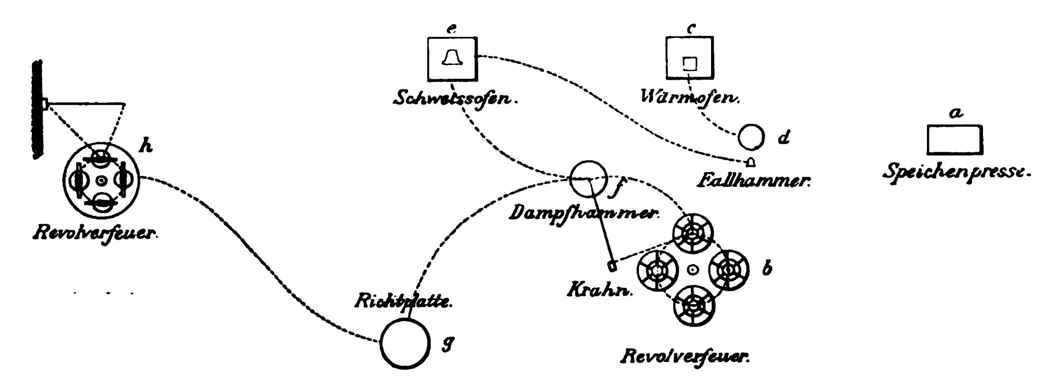
welcher sie verschraubt sind. Die diesbezüglichen drei Verbindungsstellen sind in der Abbildung, je zwischen zwei Kurbeln — die hintere nur zum kleinen Teil — zu erkennen.

Die soeben beschriebene Schmiedearbeit gehört zu den verhältnismäßig einfachen Arbeiten, bei denen mehr die Schweißung und das Gewicht Schwierigkeiten darbieten. Die eigentliche Schmiedearbeit, das recken und umformen, tritt weniger hervor. Ein anderer Teil des Schiffes, der Steven, enthält dagegen wesentlich mehr eigentliche Schmiedearbeit. Ein solcher ist in dem Kapitel „Eisengießerei", Abb. 219: Ein Hintersteven eines Schiffes, dargestellt, allerdings in einer weniger einfachen Form, als man dem geschmiedeten Steven geben würde. Hier liegt eine hervorragende Reck- und Formarbeit vor, mit Hilfe welcher die beiden Teile, Kielstück und Stevenstück, jedes für sich, hergestellt werden, worauf die Vereinigung durch schweißen erfolgt. — Erst vor kurzem hat man gelernt, die Steven aus Stahlguß herzustellen, wobei man naturgemäß freier in der Gestaltung vorgehen kann. So ergibt die Abb. 219 am Kniestück hohle Formen, der ganze Körper ist gerippt und enthält oben blattförmige Ansätze, welche man bei Schmiedestücken gern vermeiden würde.

Eine ebenfalls recht komplizierte Schmiedearbeit liegt in der Herstellung der **Eisenbahnräder**. Dieselben werden bekanntlich auf verschiedene Weise und vor allem aus

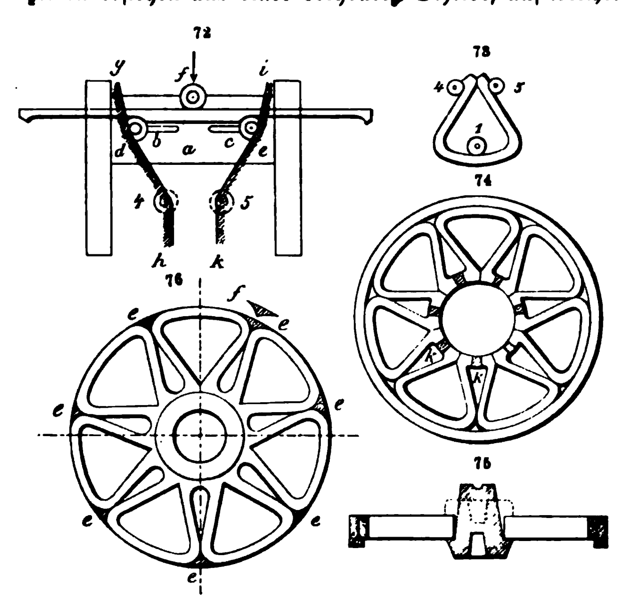
verschiedenem Material — Stahlguß, Gußeisen (Hartguß), Schmiedeeisen, neuerdings auch aus gepreßtem Papier — hergestellt. Wir wollen hier der Anfertigung der **schmiedeeisernen** Räder näher treten, welche wohl noch am meisten verbreitet sind.

Abb. 71 gibt zunächst die Anordnung der verschiedenen Einrichtungen einer zur Herstellung von Eisenbahnrädern bestimmten Werkstatt und zwar die der Société de



71. Einrichtung einer Schmiede zur Herstellung von Eisenbahnwagenrädern.

Baume & Marpent in Haine-Saint Pierre, Belgien[10]. Wir finden in derselben einen Schweiß- e und einen Wärmofen c sowie zwei Revolverfeuer b und h. Die letzteren bestehen aus einer drehbaren Scheibe, auf welchen sich je vier Schmiedefeuer mit Unterwind befinden, so daß jedes derselben nach Bedarf in dem Bereich des betreffenden Kranes untergebracht werden kann. Wir finden ferner eine Richtplatte g und eine Presse a zum Biegen der Speichen. Die punktierten Linien geben die Wege der Arbeitsstücke an.



72—76. Herstellung eines Eisenbahnwagenrads.
72. Presse zum biegen der Speichenstücke. 73. Fertige Speiche. 74. Fertig zum schweißen. 75. Einsetzen der Nabe. 76. Ausfüllung der Lücken.

Als vorbereitetes Rohmaterial gelangen zwei Luppen und sieben Speichenstücke, letztere in der Abb. 72 angegeben, in die Werkstatt. Die Luppen wandern in den Schweißofen und die Speichenstücke einzeln in die Presse. Diese besteht aus einem auf einem schweren eisernen Tisch mit einer darauf in Schlitten verschiebbaren Platte a, welche mit zwei Schlitzen b und c versehen ist, die den Rollen d und e als Führung dienen. Dieselben haben zu Anfang die Stellung d, e, während die dritte Rolle f durch eine Preßvorrichtung senkrecht gegen die Richtung dieser Führungen bewegt werden kann. — Die Speiche wird gegen die beiden Rollen d und e gelegt und durch die dritte Rolle gewaltsam gegen

---

[10]) „Stahl und Eisen", 1894.

diese geschoben, wobei die am fertigen Stück sichtbare Biegung entsteht. Dabei schiebt sich die mit den Schlitzen versehene Platte a voran, in welchen die Zapfen der beiden Rollen b und c ruhen. Diese bewegen sich aber gleichzeitig an Führungen gh und ik entlang, welche auf der Tischplatte befestigt sind, und durch welche die beiden Rollen gezwungen werden, sich einander zu nähern. Ist die Rolle f zwischen die Rollen d und e bis zum Ende hindurch gelangt, so haben die beiden genannten Rollen die in der Abb. 73 gezeichnete Stellung eingenommen und die Enden in die dort angegebene Lage gebracht.

In dieser Art werden also sieben Speichen, für ein Rad, gebogen, in einen Ring (Abb. 74) gelegt und dort durch eintreiben von Keilstücken kk befestigt. Alsdann wird das noch nabenlose Rad auf eins der Revolverfeuer b (Abb. 71b) gelegt so, daß der Kranz ganz frei bleibt, mit Koks bepackt und durch einen Aufsatz abgedeckt; ganz so, wie wir es bereits in der Abb. 13 kennen gelernt haben. Derselbe hat die Hitze zusammenzuhalten; die Flamme strömt durch den Spalt zwischen Herd und Aufsatz heraus. Der Zweck ist, den inneren Teil des Rades schweißwarm zu machen.

Inzwischen ist die zur Herstellung der Nabe bestimmte Luppe in dem Ofen gewärmt und unter den Fallhammer gebracht worden, der sie mit Hilfe eines Gesenkes in die in der Abb. 75 dargestellte Form gebracht hat. Dann gelangt sie in den Schweißofen c, und die Aufgabe ist es nun, Nabe und Rad gleichzeitig schweißwarm zu machen. Ist dies geschehen, so wird die Nabe unter den Dampfhammer gebracht, die Radfigur daraufgelegt und durch einige kräftige Schläge unter Bildung der erforderlichen Nabenform (Abb. 75 punktiert gezeichnet) vereinigt. Nunmehr wird das Rad aus dem Ring herausgenommen und, noch warm, auf der Richtplatte g (Abb. 69) ausgerichtet. Dann folgt die Ausfüllung der am Umfang verbliebenen Lücken (Abb. 76). Hierzu dient das Revolverfeuer h, welches ebenfalls mit Unterwind arbeitet. Die Lücken werden mit zweckentsprechend vorbereiteten Keilstücken e oder f ausgefüllt, schweißwarm gemacht und endgültig mit Handhämmern bearbeitet. — Die weitere Fertigstellung ist dann Sache der Dreherei.



77. Alter Stielhammer der Kruppschen Werke aus dem Jahre 1851.

Das Walzwerk.

Die Anfänge des Walzwerkes werden gewöhnlich in das 18. Jahrhundert verlegt. Beck*) glaubt weit ältere Spuren nachweisen zu können; denn es berichtet bereits aus der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts ein westfälischer Mönch Rugerus — in seiner Muttersprache Rogker, als Mönch Theophilus Presbyter genannt — über einen Apparat „Organarium“, der vielleicht als primitivstes Walzwerk für Gold und Silber angesehen werden kann, wie folgt: „Es gibt ein eisernes Werkzeug, welches Organarium heißt und aus zwei Eisen besteht, einem unteren, einem oberen. Der untere Teil hat die Dicke und Länge des Mittelfingers, ist ziemlich dünn und hat zwei Schäfte, in welchen unten ein Holz steckt und über welche oben sich zwei dicke Nägel erheben, bestimmt zur Aufnahme des oberen Stück Eisens, dessen Dicke und Länge jener des unteren gleichkommt. Es hat zwei Löcher, an jedem Ende eins, durch welche von oben die zwei Nägel gehen, um beide miteinander zu verbinden. Sie müssen nämlich mit Hilfe der Feile sehr gut verbunden werden. Auf beiden seien Gruben eingegraben, und zwar so, daß sie in der Mitte stehen; gibt man auf das größere, das lang liegt und gleichmäßig rund, geschlagenes Silber oder Gold, so wird der obere Teil des Eisens mit einem gehörnten Hammer stark geschlagen, mit der anderen Hand aber das Gold oder Silber gedreht, und so bilden sich runde Körner, gleich Bohnen; in dem zweiten Loche werden solche wie Erbsen, im dritten wie Linsen und so immer kleiner.“ — Es fragt sich indessen, ob dieser „Organarium“ genannte Apparat überhaupt ein Walzwerk gewesen sei. Die Beschreibung paßt auch auf eine Art Gesenkschmiedevorrichtung. Die beiden mit Führungen versehenen Eisen sind dann als Unter- und Obergesenk aufzufassen, welche mit halbkugelförmigen Vertiefungen versehen sind. Dann wird auch das erwähnte drehen des Metallstabes erklärlich, was beim walzen nicht denkbar ist. Endlich spricht auch das starke schlagen mit dem Hammer für die zweite Auffassung.

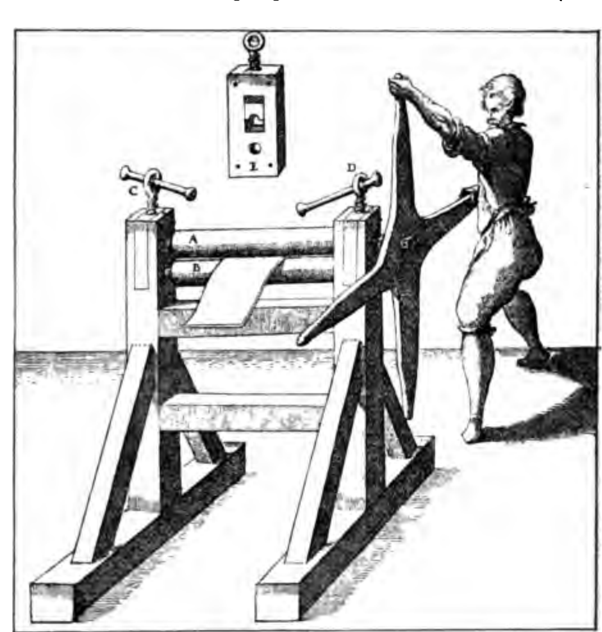
Die älteste bildliche Beschreibung eines Walzwerkes gibt Salomon de Caus im Jahre 1615, zum walzen von Bleiplatten für Orgelpfeifen; dasselbe ist in Abb. 78 dargestellt. Ein anderes Walzwerk (Abb. 79) stellt Branca in seinem Buche über Maschinen dar. Das Bild ist ein wunderliches Gemisch von Dichtung und Wahrheit. Recht wahrscheinlich sieht das Walzwerk mit seinem Zahnradantrieb aus, weniger der Motor: eine gleich als Schmiedefeuer dienende Esse, deren heiße Abgase durch einen hohen Schornstein gehen und oben ein Schaufelrad treiben sollen. — Jedenfalls darf man darauf schließen, daß das walzen weicher Metalle damals schon geübt worden ist.

Der Verwendung der Walzen für Eisen stand, abgesehen von der großen Schwierigkeit, die Walzen herzustellen, die Notwendigkeit entgegen, dasselbe gut zu erwärmen, und es verging lange Zeit, bevor man dies lernte. Die Vorstudien wurden am Kupfer und Messing gemacht, welche leichter zu behandeln sind und auch den Handbetrieb leicht gestatten. Nach Weigel (Hauptständen) bedienten sich in Nürnberg die Flinderschlager und Rechenpfennigmacher bereits der Walzwerke. Für Eisen hatte man zunächst die Blechschlägereien, in denen unter dem Hammer gebreitet wurde; das Schrotbeil diente zum zerteilen sowie zum abtrennen von Streifen zu Drahtbildungen, wie man längst Kupfer- und Messingdraht für diesen Zweck aus Blech herausschnitt, gerade so, wie es heute noch, nur mit sehr vollkommenen Kreisscheren, geschieht. — Früh schon hatte man in der Goldschmiedekunst kleine Scheiben für solche Zwecke verwendet. Daraus entstanden dann in weit kräftigerer Gestaltung die bald vom Wasser getriebenen Eisenspaltereien im 16. Jahrhundert. Durch aufsetzen mehrerer Scheiben wurden walzenförmige Vorrichtungen gebildet, wie sie heute noch, aus einem Stück bestehend, zur Herstellung des Schnitteisens gebraucht werden. Das schneiden des getriebenen Bleches konnte noch in kaltem Zustande geschehen.

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens“.

Dagegen scheinen die wirklichen Walzwerke für Eisen erst zu Ende des 17. Jahrhunderts in Thätigkeit gekommen zu sein. Wichtige Mitteilungen hierüber verdanken wir Polhem, welcher bereits 1707 in Stjernsund ein Werk für Platten und Bandeisen gründete. Eine solche Anlage (aus der Gegend von Lüttich) beschreibt Swedenborg in seinem Werke de ferro (1734) und sagt darin: „Sind die Eisenstäbe so erhitzt, so nimmt man sie heraus und läßt sie durch zwei stählerne Cylinder durchpassieren. Wenn Eisenplatten, welche ungefähr 0,7 m lang, 0,1 m breit und 0,02 m dick sind, durch die erwähnten Walzen gehen, werden sie in Länge und Breite so ausgedehnt, daß sie über 1,4 m lang, 1,2 m breit aus den Walzen kommen. Diese schon so gestreckten Platinen kommen dann nochmals in den Ofen, wonach man sie wieder durch die Walzen gehen läßt, wodurch sie bis auf eine Länge von 5 Ellen ausgedehnt werden."

„Der Wärmofen, den man anwendet, ist auf einigen Werken einfach, auf anderen doppelt. In diesen werden die erwähnten Eisenstücke gelegt. Unter dem Feuerraum (nur in Lüttich mit Steinkohlen, in den anderen Gegenden Holzkohlen) befindet sich ein Aschenfall. In diesen werden etwa 200 Sätze oder Platinen eingetragen, und zwar so, daß sie kreuzweise übereinander gelegt werden. Sind die Eisenstäbe so erhitzt und in Glut, so nimmt man sie heraus und läßt sie durch zwei stählerne Cylinder passieren."



78. Blechwalzwerk aus dem Jahre 1615.
Nach Salomon de Caus.

Wir erkennen hier die unzweideutige Beschreibung eines Warmwalzwerkes. Immerhin wollten sich die Walzwerke nicht weiter verbreiten, weder in Schweden, noch in Frankreich oder Deutschland. Die Führung übernahm dann England, welches seit 1742 Weißblech für die japanische Blechware und seit Anfang der fünfziger Jahre Kessel- und Pfannenblech walzte, ebenso Rundeisen. Groben Draht versuchte man mindestens seit 1769 zu walzen. Am 24. Mai dieses Jahres erhielt Playfair ein Patent, feineres Formeisen durch walzen herzustellen. Hochinteressant ist das Faktum, daß Playfair schon im selben Jahre, am 17. Dezember, ein weiteres Patent erhielt: „um die Stücke spitz zulaufend zu machen, um Schaufeln zu walzen und verzierte Oberflächen für alle möglichen Zwecke und zusammenhängende Kugeln, Blätter u. s. w. zu erzeugen." John Westwood endlich fügt seiner Patentbeschreibung vom 14. November 1783 die Zeichnung einer fertig kalibrierten Walze bei, auf welcher er nicht nur Rundstäbe aus verschiedenem Metall auswalzen, sondern dasselbe sogar durch kaltwalzen härten wollte.

Die größte Bedeutung und Verbreitung gewann das walzen durch den Puddelprozeß, bei welchem die Luppen vordem durch den Hammer nicht nur ausgequetscht — es liegt hierin ein bleibender Vorzug des Hammers — sondern auch vorgeformt und ausgeschmiedet wurden, während der Walze das weitere formen, namentlich das glätten überlassen wurde. Corts hingegen zeigte, daß man besser die Walze früher eintreten ließe und dem Hammer nur das ausquetschen und das erste rohe vorformen zu lassen brauche.

In Deutschland und Frankreich fanden die Walzen erst zu Ende des 18. Jahrhunderts Eingang. Eversmann führt dies auf die damals in diesen Ländern nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit in der Anfertigung der Walze zurück. Das erste deutsche Blechwalzwerk wurde etwa 1780 zu Neuwied in Thätigkeit gesetzt[2]) und krankte auch hier an den ungleichmäßigen Blechen. In Westfalen legte der Landrichter Göcke 1789 die erste Plattenwalze zu Everingsen an, welche lange Zeit hindurch die einzige Konkurrenz für den benachbarten Plattenhammer zu Olpe war.

In Österreich wurde das erste Blechwalzwerk 1793 zu Lippitzbach in Kärnten errichtet.*)

Das walzen der Metalle hat den Zweck, die von der Hütte gelieferten Blöcke oder Ingots zu längen, wobei die Verbreiterung meist nebensächlich auftritt und nur beim Formwalzen zur Verwendung gelangt. Neben der durch das walzen zu schaffenden regelmäßigen Form wird auch ein dichten des Gefüges bewirkt. Wie später hervorgehoben werden wird, besitzt das Rohmaterial noch nicht die Feinheit und Gleichmäßigkeit des Kornes und damit auch nicht die Festigkeit, welche die endgültige Verwendung erfordert; erst durch die tief eindringende Wirkung der mechanischen Bearbeitung wird dies erreicht. Hierzu dient das durchschmieden oder das walzen, welche beide Verfahren sowohl zur vorläufigen als auch zur fertigen Formgebung führen.



79. Walzwerk aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts. Nach Branca.

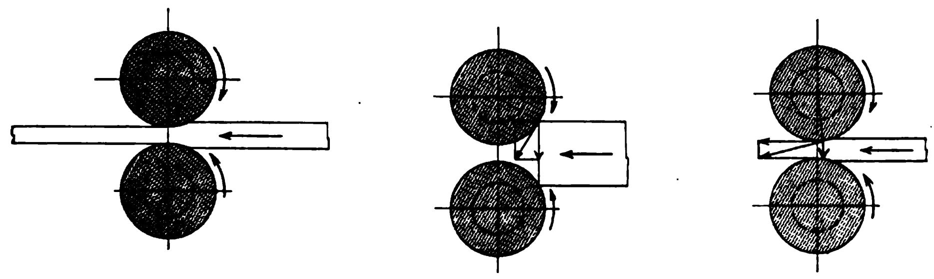
Die Walzen und ihre Lagerung. Das Werkzeug ist das Walzenpaar (Abb. 80), welches, meist horizontal in Zapfen übereinander gelagert und in zu einander entgegengesetzte Rotation versetzt, das Walzstück packt und durchzwängt, so daß es mit einer der Entfernung der Walzen entsprechenden Dicke aus der anderen Seite hervortritt, um dieselben schließlich meist wesentlich verlängert und entsprechend geformt zu verlassen. Damit aber das Walzstück gepackt und hineingezwängt wird, darf es im Verhältnis zu den Walzen eine gewisse Dicke nicht überschreiten. Es ist klar, daß, wenn ein zu dickes Walzstück (Abb. 81) gegen die Walzfuge gehalten wird, dasselbe eben nur von den Walzen gerieben wird, während es, bereits zwischen die Walzen gebracht, dann glatt vorangehen wird, wenn die zwischen ihm und den Walzen bestehende Reibung groß genug ist, um das folgende Material niederzudrücken. Es wirkt also dieser Reibung, abhängig von dem Material und der Rauhigkeit von Walze zum Walzstück, die Zusammenhangskraft der

---

[2]) Eversmann, „Eisen- und Stahlerzeugung“, S. 116.

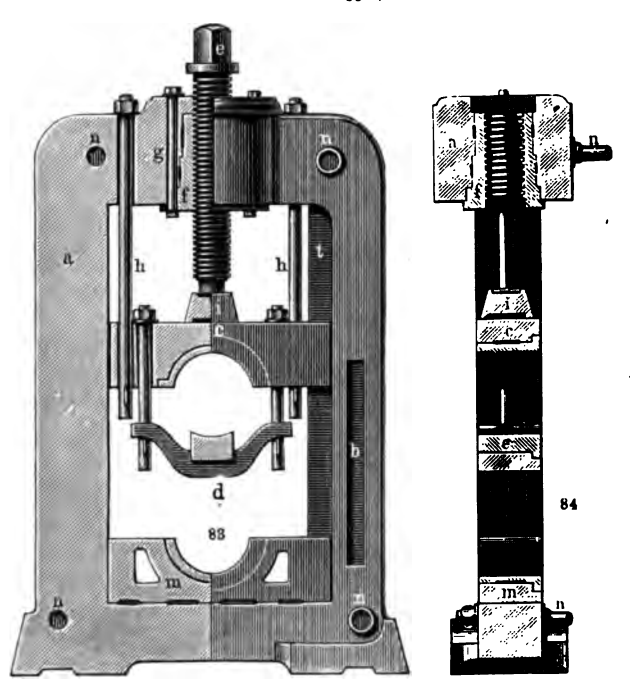
*) Diese geschichtlichen Daten sind dem am Eingang erwähnten klassischen Werke von Beck entnommen, einer unerschöpflichen Fundgrube der Eisengeschichte.

Teilchen des Walzstückes entgegen. Aber die Reibung kommt hier nicht mit ihrer ganzen Größe zur Geltung, sondern nur mit ihrem horizontalen Teil. Derselbe fällt bei dem in der Abb. 81 dargestellten Verhältnis viel zu klein aus, um ein vorziehen bewerkstelligen zu können, und wir sehen, daß hier die Grenze bereits wesentlich über-



80. Walzenpaar mit dem Walzstück. 81. Zu dickes Walzstück. 82. Richtige Walzstärke.

schritten ist. In der Abb. 82 dagegen ist angenommen, daß die Reibung zwischen Walzstück und Walze gerade genügt, um ein „packen“ zu ermöglichen, was durch ein geringes zuschärfen des Walzstückes erleichtert wird. — Solche Grenzzustände kommen in der Praxis häufig genug vor, namentlich beim allerersten einstecken. Man sucht hier die Reibung dadurch zu vergrößern, daß man die Walzen mit Furchen versieht, sie „rauht“; sie packen dann besser. Aber auch hier liegt wieder eine Gefahr vor: die Reibung ist groß genug, um das einziehen zu bewirken, den Widerstand des Walzstückes gegen das zusammendrücken zu überwinden, aber die Walzen halten diesen Widerstand nicht aus. Der Erfolg ist dann das Schlimmste, was im Walzwerk etwa passieren kann: der Walzenbruch. Zwischen diesen Grenzfällen hat sich der Walzmeister zurechtzufinden und Walzwerk und Walzstück einander anzupassen.

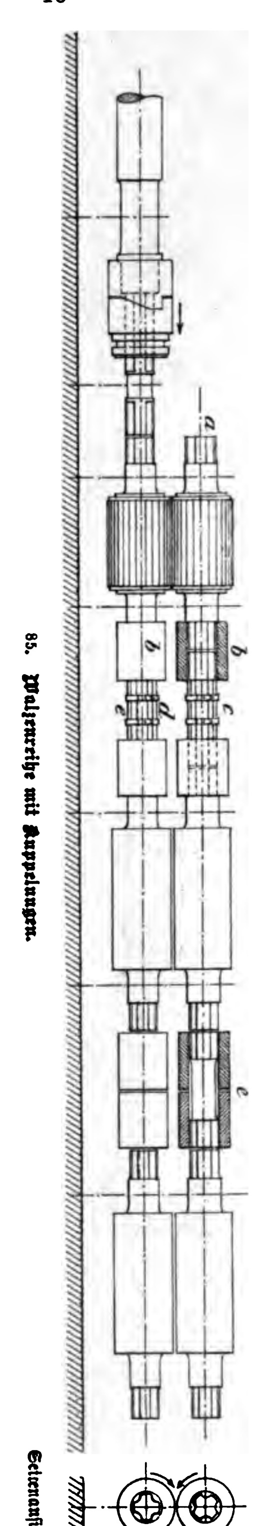


83 u. 84. Walzenständer.
83 Seitenansicht. 84 Schnitt.

Das **Walzwerk** besteht nun aus diesem besprochenen **Walzenpaar** und den **Walzenständern**, in welchen ersteres durch die Lagerschalen c (Abb. 83 u. 84[3]) gehalten wird. Das untere m ist ein gewöhnliches halbes, also oben offenes, mit einer Schale versehenes Lager, welches unten fest aufliegt, zuweilen auch durch keilartige Unterlagen etwas verstellbar eingerichtet ist. — Die obere Walze erhält nach oben hin, zur Aufnahme des Walzdruckes, ein gleiches Halblager, welches durch die Bolzen h verstellbar getragen wird.

---

[3]) **Ledebur**, „Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie.“



85. Walzenreihe mit Kuppelungen. Seitenansicht.

Der Walzdruck wird durch die Druckschraube e aufgenommen, welche mit Hilfe eines Schlüssels entsprechend eingestellt werden kann. Zwischen dieser Druckschraube und dem Oberlager befindet sich ein klotzartiger, etwas ausgehöhlter Körper i, welcher nur einen ganz bestimmten Druck zu ertragen imstande ist und ausbricht, sobald derselbe für die anderen Teile des Walzwerkes zu stark wird. Der Zweck dieses als Sicherheitsorgan wirkenden, „Bruchklotz“ genannten Stückes wird nach dem oben Gesagten klar sein: sollte der angeführte Grenzzustand eintreten, so wird der Bruch auf das leicht auszuwechselnde Bruchstück geleitet und ein ernster Unfall vermieden.

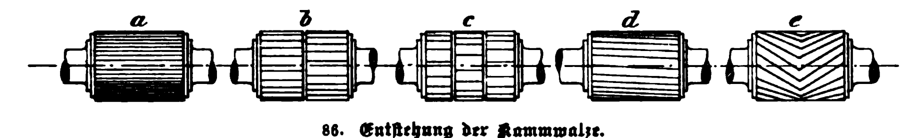
Wenn nun weiter nichts vorgesehen wäre, würde die Oberwalze während der Ruhezeit des Walzwerkes auf der Unterwalze liegen und erst beim einschieben eines Walzstückes gehoben werden. Dies ist auch bei denjenigen Walzwerken der Fall, welche nur mit dünnen Walzstücken zu thun haben. Im übrigen muß die Oberwalze getragen werden, was durch einen leichten Bügel d geschieht. Derselbe ist mit Hilfe zweier Schrauben am Oberlager aufgehängt und mit einem Metallstück c zur Aufnahme des Zapfens versehen.

Je zwei solcher Walzenständer bilden einen **Walzengang**. Zur Verbindung derselben dienen einerseits 4 kräftige Bolzen, welche durch die Löcher n der Walzenständer gezogen werden, und anderseits der Walzenlänge entsprechende Querstücke, welche sich in Nuten b einstemmen und je nach der Dicke der benutzten eingelegten Walzen in der Höhenrichtung verschoben werden können.

Zum Antrieb der Walze ist dieselbe zunächst mit einem den Walzen eigentümlichen Kuppelungsende a (Abb. 85) versehen, über welches eine entsprechende Muffe b geschoben wird. Beide, Muffe und Zapfen, passen nur locker zusammen und gestatten so leicht ein auf- und niedergehen zu einander, wie es die Bewegungen der Oberwalze verlangen. Um die Auswechselung einer mitten in einem Walzwerk zwischen event. zwei verschiedenen Walzgängen befindlichen Walze, also die Auskuppelung derselben leicht bewirken zu können, befindet sich zwischen je zwei Walzen ein Kuppelungsstück c, d, über welches die Muffen geschoben werden können, so daß der Zapfen der herauszunehmenden Walze frei wird, wie aus der Stelle e ersichtlich. Und um anderseits die Kuppelungsmuffen zu verhindern, sich während der Arbeit zu verschieben, werden, meist in recht einfacher Weise, Eisenstücke zwischengelegt und mit Draht festgebunden.

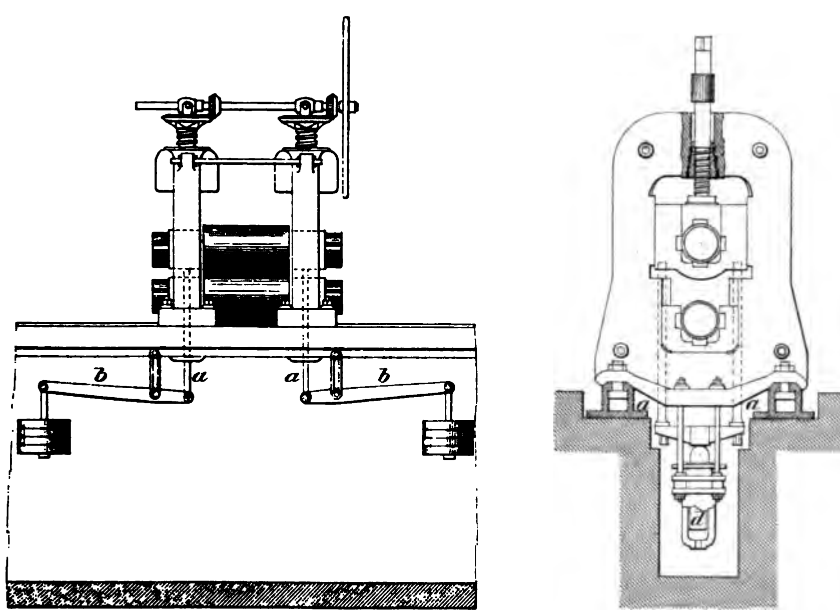
Der **Antrieb** erfolgt für die unteren Walzen direkt unmittelbar von der Maschine aus, so daß also diese in der Richtung der Maschinenachse liegen. Die obere Walzenreihe dagegen wird an irgend einer Stelle, am zweckmäßigsten gleich beim ersten Walzenpaar, von der unteren Reihe aus angetrieben. Es sind dazu Zahnräder erforderlich, deren Durchmesser dem der Walzen entsprechen, also recht klein ausfallen muß. Dieselben erhalten meist ein Ständerpaar für sich, vgl. auch Tafel: Das Dreiwalzwerk von Longwy (S. 51). Um ihnen die bei ihrem geringen Durchmesser erforderliche bedeutende Stärke zu geben, müssen sie entsprechend lang gemacht werden, d. h. die Zähne erhalten eine bei Zahnrädern sonst ungewohnte Breite. Man nennt solche Räder **Kammwalzen.**

Sie erhalten naturgemäß sehr kräftige, also auch nur wenig Kämme (Zähne). Nun ist es bekannt, daß derartig grob geteilte Zahnräder von kleinem Durchmesser, bei denen also immer nur ein Zahn im Eingriff ist, meist unruhig, stoßweise arbeiten. Um dies zu mindern, hat man zunächst eine Teilung der Länge nach vorgenommen und diese beiden Teile (Abb. 86b) um eine halbe Teilung — die Entfernung zweier Zähne, auf dem Teilkreis gemessen — gegeneinander verdreht. Man erhält so doppelt soviel Stöße, aber von minderer Kraft und erreicht dabei, daß stets mehr als ein Zahnpaar gleichzeitig in Arbeit ist.



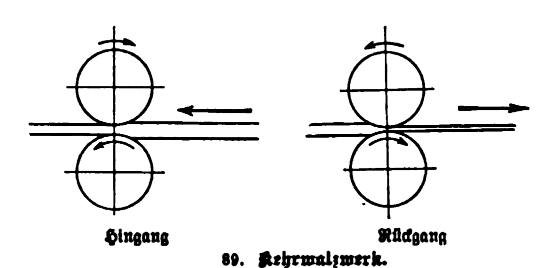
86. Entstehung der Kammwalze.

Man kann sich diese Teilung (Abb. 86c) auch dreimal oder noch öfter vorgenommen denken und gelangt so zu einem schraubenförmigen Zahn (Abb. 86d), der gar keinen Stoß gibt und ruhig arbeitet. Die schräge Stellung ergibt aber eine Seitenkraft, welche auf ein verschieben wirkt. Um diesem zu begegnen, nimmt man die Abstufung zweiseitig vor und gelangt so zu der heute üblichen Form der Abb. 86e. Diese Form enthält gleichzeitig eine Art Verstrebung, welche die Festigkeit der Zähne erhöht, allerdings auch ein nacharbeiten der Zähne wesentlich erschwert. Indessen verfügt man heute in der Gießerei über Mittel, welche eine sichere und saubere Herstellung selbst so komplizierter Formen gestatten.



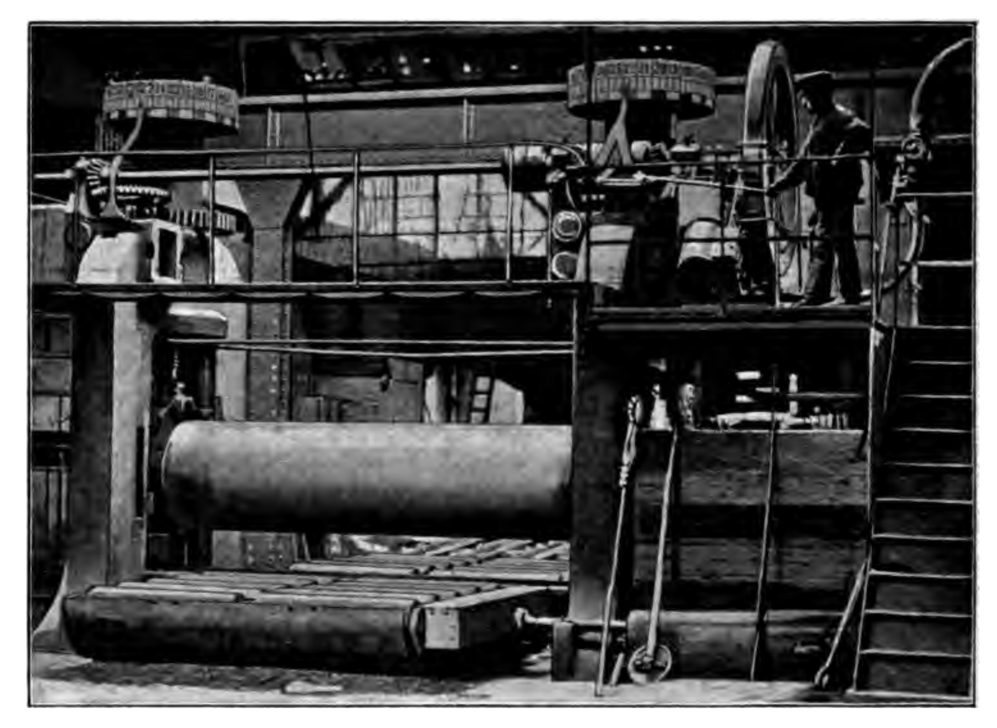
87. Hebelausgleichung. 88. Hydraulische Gewichtsausgleichung.

In vielen Fällen, namentlich bei schweren Walzen, ist es erforderlich, die obere Walze oder eine derselben zu tragen. Es geschieht dies (Abb. 87) durch zwei Stangenpaare a, welche je zu beiden Seiten der Zapfen der unteren Walze durchgehen und das Lager der oberen Walze aufnehmen. Diese Stangen ruhen auf den Enden der Hebel b, welche sich unter dem Fundament befinden und durch Gewichte belastet werden. Man hat auch (Abb. 88) die Hydraulik verwendet und läßt die nach oben gehenden Stangen a durch einen Kolben d tragen, welcher durch heute in der Eisenhütte vielfach verwendetes Preßwasser bethätigt wird.



89. Kehrwalzwerk.

Walzwerke, welche aus zwei übereinanderliegenden Walzen bestehen, nennt man Zwei- oder Duowalzwerke. Da das Walzstück mit nur außerordentlich seltenen Ausnahmen immer mehrmals die Walzen passieren muß, so muß dasselbe nach jedem „Stich" (Durchgang) wieder zurückgegeben werden. Dies hat bei schweren Walzstücken große Schwierigkeiten und, namentlich bei kleinen, den großen Nachteil, daß es leicht abkühlt, abgesehen von dem zum zurückgeben erforderlichen Zeitaufwand.

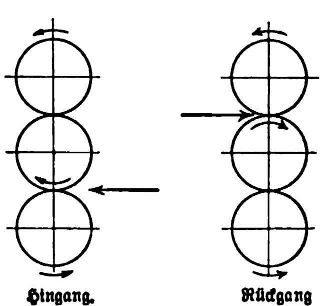


90. Kehrwalzwerk von Schulz & Knaudt in Essen.

Man hat hier zwei Auswege. — Bei schweren Stücken läßt man die Drehungsrichtung der Walzen (Abb. 89) nach jedem Stich umkehren, so daß das Walzstück sehr bald zurückwandern kann. Aber schwere Walzstücke erfordern schwere Maschinen, und das umkehren der Bewegungsrichtung derselben bringt viel Dampfverlust mit sich. Zudem muß die eincylindrige Maschine, welche ein Walzwerk zu treiben hat, mit einem mächtigen Schwungrad versehen sein, damit die schwere Walzarbeit auch vollzogen werden kann, während die Kurbel in der Nähe der toten Punkte, also ungünstig für die Übertragung des Dampfdruckes steht. Man wählt daher für Walzengänge der genannten Art, welche den Namen: Kehr- oder Reversierwalzwerke führen, regelmäßig Zwillingsmaschinen mit Umsteuerung, wie sie durch die Lokomotiven- und Schiffsmaschinen bekannt geworden sind. In jüngster Zeit hat man die Kehrbewegung auch durch Wendegetriebe in Verbindung mit Reibungskuppelungen bewerkstelligt und damit gute Erfolge erzielt.

Abb. 90 zeigt ein solches Kehrwalzwerk von Schulz & Knaudt in Essen, bereit, das von hinten her kommende Walzstück aufzunehmen. — Diese Maschinen sind aber nicht

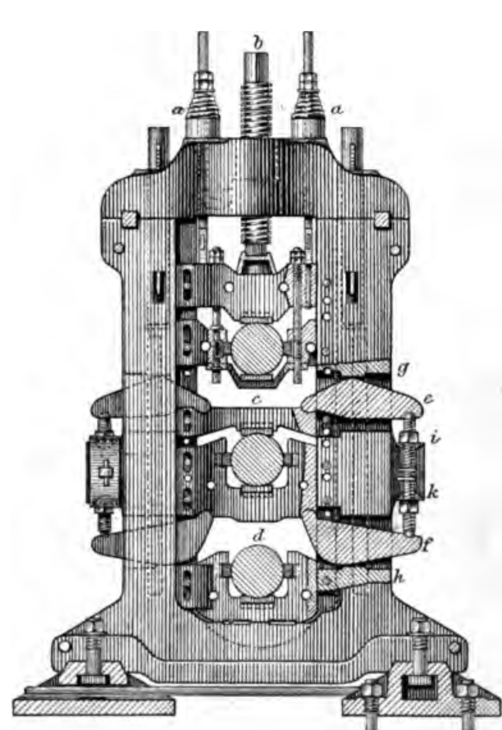
sehr sparsam, da mit den Kehrungen stets Arbeits- und Wärmeverluste verbunden sind. Man hat daher für viele Zwecke, namentlich für schnelle Walzarbeit das Drei- oder Triowalzwerk eingeführt. Hier liegen (Abb. 91 u. 92) drei zunächst gleiche Walzen übereinander, und der Stich erfolgt abwechselnd unter und über der Mittelwalze. Der Antrieb geht für die drei Getriebe von der unteren Walze aus, die also in der Maschinenlinie liegt. Von diesen drei Getrieben dient das mittlere nur als Zwischenrad und ist daher mit der mittleren Walze gewöhnlich nicht gekuppelt. Um die drei Lagerpaare fest einzustellen, ist die in der Abb. 92[3]) dargestellte Einrichtung*) getroffen. Die Unterwalze ist fest gelagert und die Oberwalze, wie in Abb. 87 u. 88 gezeigt, aufgehängt. Um jedoch eine Verstellbarkeit derselben zu ermöglichen, sind unter den Muttern der Hängebolzen starke Kegelfedern, a, angeordnet, so daß die Druckschraube b etwas angezogen und gelöst, die Oberwalze also entsprechend gesenkt und gehoben werden kann. Die Mittelwalze liegt zwischen den Lagerhälften c u. d, welche von den kurzen Enden der Stützhebel e, f getragen werden, die sich ihrerseits gegen die Keilstücke g u. h stützen. Die äußeren Enden dieser Stützhebel werden von den Schrauben i u. k bethätigt, mit Hilfe welcher man also die Mittelwalze genau einzustellen imstande ist.



91. Dreiwalzwerk.

Die Dreiwalzwerke werden auch (Abb. 93 u. 94[3], sowie Tafel S. 51), namentlich wenn es sich um scharfes Strecken handelt, mit loser und zuweilen kleinerer Mittelwalze ausgeführt. Dieselbe stützt sich gegen die Oberwalze, ist also einer Gefahr des Brechens nicht ausgesetzt und wird, wie jene, nur durch Reibung mitgenommen. Der Antrieb bezieht sich daher nur auf die Unterwalze, welche mit den anderen beiden Walzen keinerlei Verbindung hat. Die Oberwalze ist hier entlastet worden. Man erkennt aus der Abbildung im Fundament die Tragstangen und das dasselbe aufnehmende Querstück, welches an dem Ende eines belasteten Hebels sich befindet, wie in Abb. 87 angegeben.

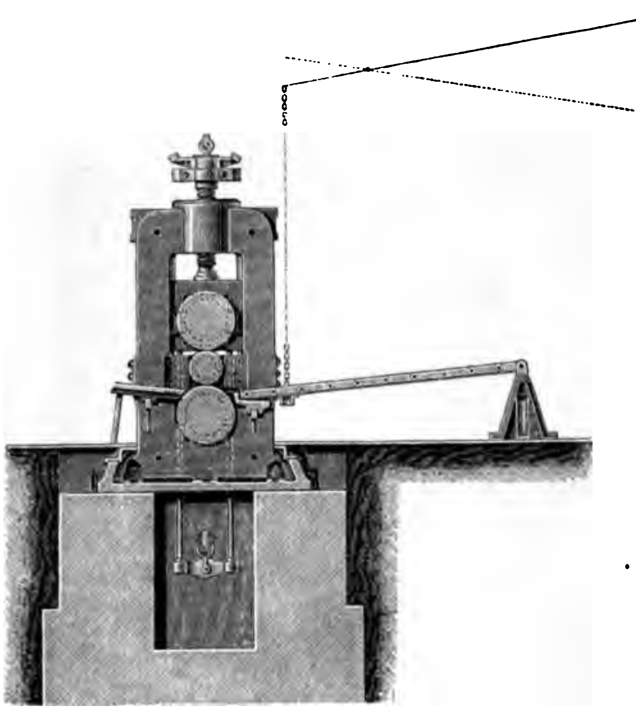
Um das Einstecken und auch die Bewegung des Walzstückes zu erleichtern, versieht man den Walzgang mit zwei Tischen, einem festen und einem beweglichen. Der feste a (Abb. 93) führt zur Unterwalze. Das durchlaufende Walzstück wird von dem beweglichen und in seiner unteren Lage befindlichen Tisch b aufgenommen und durch Heben desselben in die obere Stichhöhe gebracht. Der bewegliche Tisch ist zur Verminderung der Reibung meist mit zwei Rollenreihen versehen, wie aus der Abb. 94 zu erkennen. Diese Rollen werden für schwere Walzstücke, wie große Träger, Bleche — auch Schienen — durch Walzen ersetzt, welche für sich angetrieben werden und natürlich mit Rücklauf versehen



92. Walzenständer für das Dreiwalzwerk.

*) Erdmannscher Walzenständer, gebaut von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

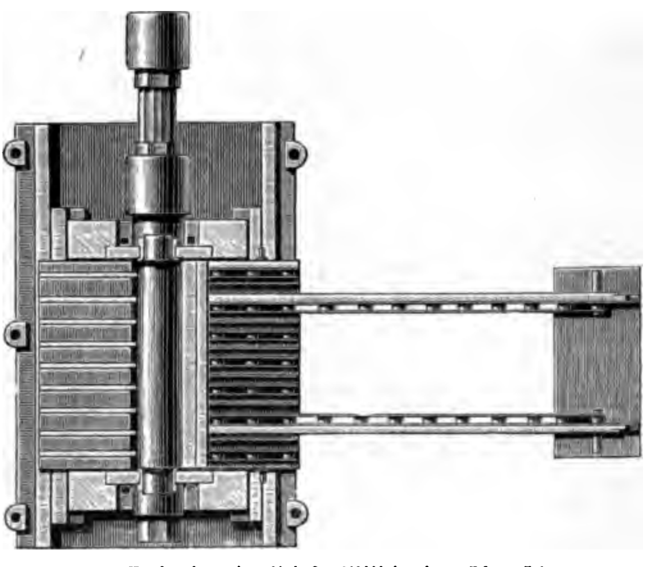
sind. Bei Dreiwalzwerken tritt hierzu noch die Vorrichtung zum heben und senken der Tische, wie sie mit der soeben erwähnten Rollvorrichtung aus Fig. 113 und der Tafel S.*51 zu erkennen sind.



93. Dreiwalzwerk mit loser Mittelwalze. Seitenansicht.

Die Dreiwalzlager leiden unter der schweren Zugänglichkeit der Unter- und Mittelwalze. Man ist daher neuerdings zu einem Vierwalzwerk (Abb. 95) übergegangen, welches aus zwei nebeneinanderliegenden Zweiwalzwerken besteht, die in der Höhenlage etwas gegeneinander versetzt sind, so daß die Stichöffnungen frei bleiben. Die Hantierung ist hier wie beim Dreiwalzwerk. Diese Vierwalzwerke erfreuen sich für Draht- und feinere Formwalzereien einer großen Beliebtheit.

Das Formwalzen. Die Oberfläche der Walzen, welche bisher der Einfachheit wegen glatt gezeichnet worden, ist dies nur, wenn es sich um das walzen von ebenen Platten handelt, und sie muß naturgemäß für alle anderen Fälle durch entsprechende Eindrehungen dazu vorbereitet werden. Solche Eindrehungen nennt man Furchen oder Kaliber. Man unterscheidet offene und geschlossene Kaliber, je nachdem die zu walzende Figur teils aus der einen und teils aus der anderen herausgedreht wird (Abb. 96), oder nur in der einen Walze liegt, so daß die andere lediglich den Schluß bildet, wie in Abb. 97 angegeben ist. Die zwischen den Kalibern stehen gebliebenen Bunde dürfen nicht zu schmal sein, weil sie sonst zu leicht ausbrechen, und werden Ringe genannt. Sie dürfen wieder nicht zu breit sein, weil sie sonst unnötig viel von der Walzenlänge beanspruchen.

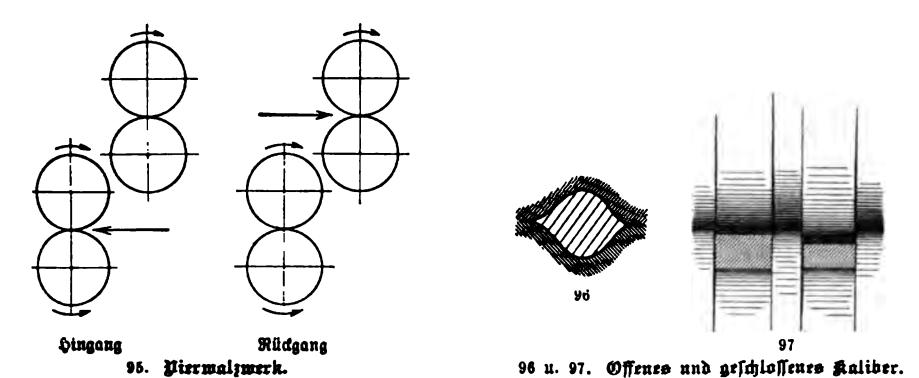


94. Dreiwalzwerk mit loser Mittelwalze. Oberansicht.

Nur die letzte Form des Kalibers entspricht dem zu liefernden Querschnitt des Walzstückes. In den allermeisten Fällen ist eine ganze Reihe von Kalibern erforderlich,

um von dem Querschnitt des Blockes (Luppe oder Ingot) auf den erforderlichen zu kommen, so daß dieselben meist mehrere Walzen beanspruchen. Man nennt diejenigen Walzen, welche die ersten Kaliber führen, die Vorwalzen, und diejenigen, welche die letzten enthalten, die Fertigwalzen.

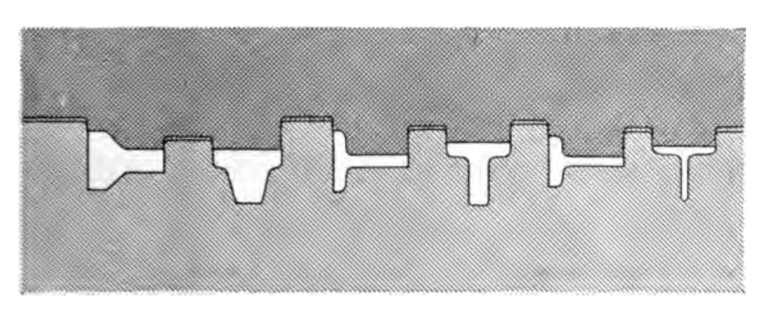
Einer genauen Behandlung und großer Erfahrung bedarf es, die Größe und Form der aufeinanderfolgenden Kaliber richtig zu wählen. Es ist dabei zuerst der Grundsatz zu beachten, daß die Breite des Kalibers selten kleiner sein darf, dagegen meist ein wenig größer genommen werden muß, als die des Walzstückes, so daß die Verkleinerung



95. Vierwalzwerk. 96 u. 97. Offenes und geschlossenes Kaliber.

desselben stets nur von oben her geschehen soll. Diese Querschnittsverkleinerung, die Reduktion (auch „Druck" genannt), muß der Wärme und Form des Walzstückes angepaßt sein und kann daher zuerst ziemlich groß, etwa 0,5 bis 0,6 genommen werden, während er später auf 0,7, sogar 0,9 herabgemindert werden muß.

Die Notwendigkeit, das Walzstück stets vorzugsweise nur von oben her zu bearbeiten, bringt die fernere Notwendigkeit des wendens des Walzstückes mit sich, so daß die Einwirkung der Walzen nacheinander beiderseitig erfolgen kann. Ein einfaches Beispiel hierfür ist in der Abb. 98[4]) dargestellt, welche die Reihenfolge der Kaliber für ein T-Eisen zeigt. Man erkennt hier deutlich die jedesmalige Wendung, so daß der Druck stets in abwechselnder Richtung erfolgt.


98. Kaliber für T-Eisen.

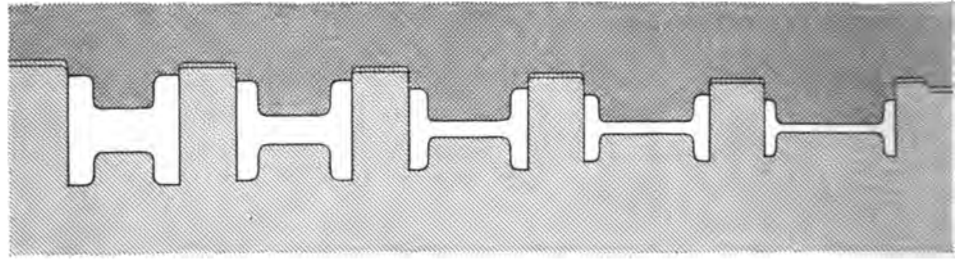
Indessen ist diese Wendung nicht immer möglich, wie aus der Abb. 99[4]) zu erkennen, wo die Art des Profiles nur eine Drehung um 180° zuläßt. — Beide Profile lassen sich auf einem Walzenpaar herstellen, welches also Vor- und Fertigkaliber zugleich enthält.

Abb. 100[4]) zeigt die Kalibrierung der Schienenwalzen, wo zwei Walzenpaare erforderlich sind. Das Walzstück gelangt von Profil 1 bis zum Profil 4 unter jedesmaliger Wendung von 90°. Bei Profil 5 wird um 180° gedreht. Profil 6 ist ein sogenanntes Stauchkaliber und hat nur zu drücken, besitzt also nicht die genauere Ausbildung; es wirkt

[4]) Wedding, „Eisenhüttenkunde".

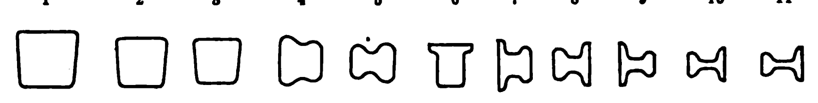
nur von oben. Zu Profil 7 hinüber wird wieder um 90° und von da ab je um 180° gewendet. Profil 10 und 11 sind die Fertigkaliber, welche einander gleich sind und gegenseitig zur Reserve dienen.

Vermöge des außerordentlichen Bedarfes haben diese Schienenwalzwerke eine entsprechende Bedeutung erlangt. Unsere Tafel gibt die Ansicht eines der bedeutendsten Schienenwalzwerke Deutschlands, das der Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort. —



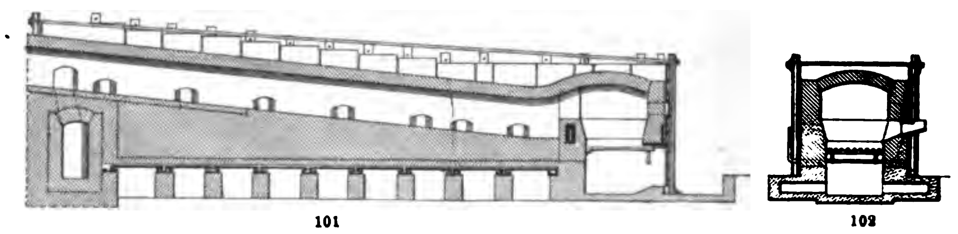
99. Kaliber für Doppel-T-Eisen.

Wir sehen links die mit einem mächtigen Schwungrad versehene Betriebs-Dampfmaschine von 360 Pferdestärken, welche mit Hilfe der — auf der Abbildung ausgerückten — Kuppelung die beiden Walzenstraßen treibt. Die Vorwalzen sind nach dem Triosystem eingerichtet, während die rechts davon erkennbaren Fertigwalzen als Duowalzwerk ausgeführt sind. Die zwischen den Walzenstraßen befindlichen oben besprochenen Kuppelungen sind der bestehenden Gefahr wegen durch Lattengitter verdeckt. Die Wärmöfen befinden



100. Kaliber für Eisenbahnschienen.

sich hinter dem Walzwerk und sind daher auf der Abbildung nur wenig zu erkennen. — Die Blöcke gelangen von diesen zu den Walzen, welche sie noch warm verlassen, um zu der rechts an der großen Riemenscheibe erkennbaren und von einer besonderen Dampfmaschine getriebenen Kreissäge zu gelangen, von welcher ein kleiner Teil unterhalb der Schutzhaube sichtbar ist. Hier werden die Schienen auf Länge geschnitten.



101 u. 102. Rollofen. (101 Längsschnitt, 102 Querschnitt.)

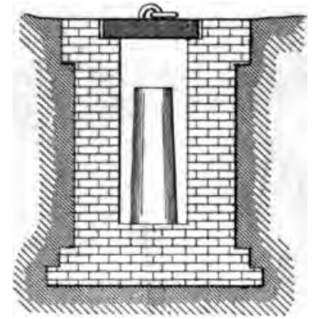
Das Walzwerk stellt in 24 Stunden bis zu 1000 Stück Schienen her, im Gesamtgewichte — je nach Profil und Länge — von 180 bis 240 t, so daß sich die Jahresproduktion bei 250 vollen Arbeitstagen auf 45 000 bis 60 000 t beläuft.

Die rechts sichtbare Walzenstraße dient zum auswalzen von Spezialstahl, wie Stabstahl für Gewehrfabrikation, Federstahl, Stahl für den Oberbau von Brücken, Schienen für Pferdebahnen und Grubenwagen u. s. w. In der Verlängerung dieser Walzenstraße befindet sich noch eine dritte, auf der Abbildung nicht sichtbare für kleinste Profile, welche beiden Straßen zusammen noch fernere 9000 t zu liefern imstande sind. Von dieser verbraucht das Werk selbst 2000—2500 t für ihre Federwerkstätte.



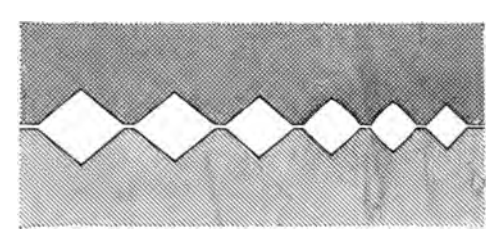
Leipzig, Otto Spamer, 1900.

Zum wärmen der Ingots werden für derartige größere Walzwerke seit längerer Zeit in Amerika Rollöfen (Abb. 101 u. 102[5]) verwendet. Dieselben haben eine ziemlich stark geneigte Sohle und werden von einer kräftigen Flamme durchschlagen, die unten eintritt und den Ofen oben verläßt. Hier werden die Ingots aufgegeben, welche dann mit leichter Mühe, von den seitlich befindlichen Öffnungen aus, ab und zu der Flamme entgegengerollt werden, so daß sie dem Ofen an der Stelle der größten Hitze, dem Bedarf des Walzwerks entsprechend, entnommen werden können. Das wärmen der Ingots hat man seit einigen Jahren durch ein eigentümliches und doch recht einfaches Verfahren zum Teil unnötig gemacht. — Die frisch in die Coquillen gegossene Masse erstarrt zunächst nur an den Wänden und bleibt eine Zeitlang inwendig flüssig. Bringt man also einen Ingot (Block) zu früh zwischen die Walzen — oder unter den Hammer — so quetscht sich die innere weiche Masse heraus, und es gibt Ausschuß. Läßt man dagegen den Block einfach stehen, so wird er außen zu kalt. Man setzt ihn daher in eine Grube, sobald er transportfähig geworden ist, und schützt ihn auf diese Weise möglichst gegen Abkühlung. Der Erfolg ist der, daß sich die Abkühlung außerordentlich verlangsamt, wobei die Temperatur sich ausgleicht und die Masse durch und durch gleichmäßig warm wird. Man nennt diese Gruben (Abb. 103) daher auch Ausgleichgruben. Die Blöcke kommen also unmittelbar mit der Gießwärme zwischen die Walzen.


103. Wärmegrube.

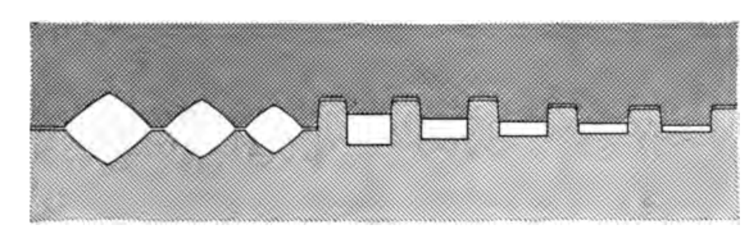
Die außerordentlichen Fortschritte, welche die Schienenfabrikation in den letzten Jahren gemacht hat, kennzeichnet sich am besten an den Preisen. Für die Tonne Schienen wurde in Amerika bezahlt:

Im Jahre	1866	3340	Mark
" "	1877	1880	"
" "	1880	1340	"
" "	1885	560	"
" "	1892	580	"
" "	1898	380	"


104. Kaliber Quadrateisen.

Die Absicht, die Preise durch Bildung eines Ringes zu halten, scheiterte daran, daß das bedeutendste Werk, Carnegie, den Beitritt ablehnte.

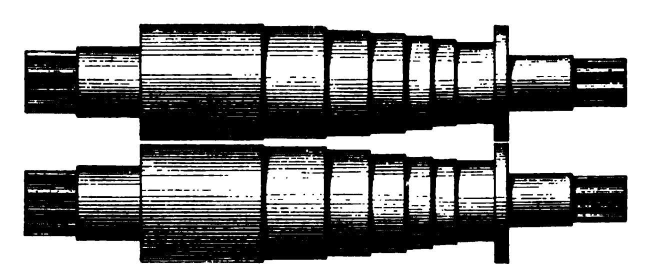
Abb. 104[4]) zeigt die sehr einfache Folge der Furchen für Quadrateisen, welche eine jedesmalige Wendung um 90° erfordern und Spitzform zeigen. Nur die letzte Furche hat im Winkel genau 90°, erweitert sich aber etwas nach unten. Die Stange wird hier zweimal, mit Wendung um 90° durchgegeben.


105. Flacheisen.

Auch das Flacheisen (Abb. 105[4]) beginnt mit dem Spitzkaliber und geht dann, ohne Wendung, durch die nur drückenden anderen Furchen. Statt der letzteren verwendet man auch sogenannte Staffelwalzen (Abb. 106[3]), welche jedoch naturgemäß keine scharfen Ecken geben.

[5]) „Stahl und Eisen", 1898.

Abb. 107[4]) endlich zeigt den Verlauf des walzens bei Herstellung des Walzdrahtes. Aus dem Vorwalzwerk gelangen die „Knüppel“ in quadratischer Form, von etwa 5 cm Breite in die Feinwalzen, welche, wie die Abbildung zeigt, abwechselnd Oval- und Quadratkaliber enthält, die eine jedesmalige Wendung um 90° erfordern. Wir sehen auch hier in der Breite der je folgenden Kaliber die Höhe des vorhergehenden wiederkehren. So hat auch das vorletzte Kaliber die Höhe der Dicke des Walzdrahtes selbst, welche bei neueren Walzwerken bis zu 4 mm heruntergeht.*)



106. Staffelwalze.

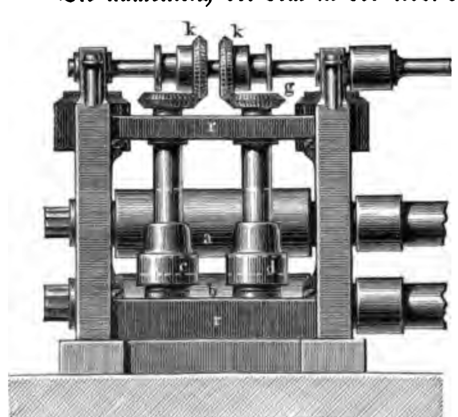
Das **Flacheisen** erfordert bei scharf gewünschter Kantenbildung für jede Dimension eine besondere Furchenreihe, also im ganzen außerordentlich viel Walzen. Eine Erleichterung ist bereits durch die soeben genannte Staffelwalze geschaffen worden. Eine sehr gute weitere Aushilfe bietet hier das **Universalwalzwerk** von Daelen (Abb. 108[4]), welches aus zwei hintereinanderliegenden Flachwalzwerken — mit glatten Walzen — besteht, von denen jedoch das hintere senkrecht steht. Es ist klar, daß hier vermöge der Verstellbarkeit



107. Kaliber für Walzdraht.

beider Walzenpaare jedes rechteckige Profil innerhalb der durch die Verstellbarkeit gebotenen Grenzen gewalzt werden kann. Freilich ist hier die Herstellung durchaus scharfer Ecken — ähnlich wie bei der Staffelwalze, nicht zu erwarten, wenn schon dies Ziel durch die unmittelbare Folge annähernd erreicht wird.

Die namentlich bei dem in der Abb. 99 dargestellten sogenannten Doppel-T-Träger recht schwierig herauszubildenden Rippen haben neuerdings zu einem eigentümlichen Walzwerk geführt, welches gewissermaßen als ein Abkömmling des Daelenschen Universalwalzwerkes anzusehen ist, oder, wenn man will, zu einer Spezifikation desselben. Es ist dies das **Sacksche Universal-Trägerwalzwerk**, in den Grundlagen dargestellt durch Abb. 109**). Die Daelenschen Vertikalwalzen sind in die Ebene der Hauptwalzen gerückt und erhalten Profile, welche den auf einem Vorwalzwerk gewöhnlicher Art ausgebildeten Wulst niederdrücken und zu den gewünschten T-Rippen umbilden. Der Vorgang ist aus den Abbildungen a bis c leicht zu erkennen.



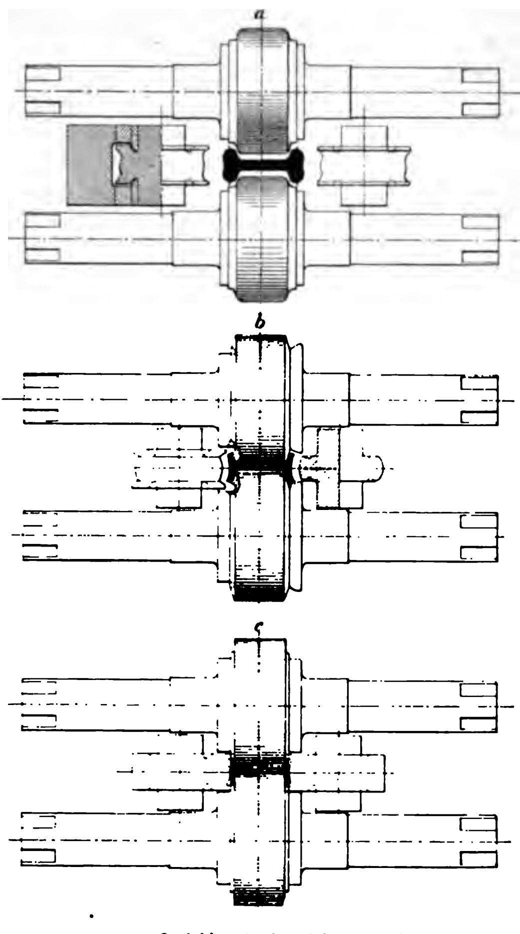
108. Universalwalzwerk nach Daelen.

Eine neue **Walzenordnung**, die von **Weber** in Oberkassel, hat eine ganz wesentliche Verkürzung der Anlage zur Folge. Der Zwischenraum zwischen je zwei nacheinander

*) Nach dem Vorgange der Brüder Reinhardt und Max Mannesmann (siehe „Röhrenwalzen“) hat Paul **Delay** neuerdings ein ganz anderes Walzsystem für Rundstücke vorgeschlagen, indem er die Walzstücke in der Längsrichtung der Walzen, die zu je 2—4 einander gegenüber angeordnet sind, durchgehen läßt. (Siehe „Stahl und Eisen“, 1898, S. 698.)

**) „Stahl u. Eisen“ 1898, S. 789.

arbeitenden Walzenständern, welcher sonst von den Kuppelungen eingenommen wird, kommt in Fortfall, so daß die Straßen dicht nebeneinander liegen. Weber richtet zwei parallele Achsenlinien ein, von denen, ähnlich wie beim Vierwalzwerk, zwei, im Grundriß (Abb. 110) mit a bezeichnet, vorn tief und die anderen, b, dahinter und hochliegen. Die ersteren laufen vorwärts, die letzteren rückwärts. Die im Grundriß nicht mit gezeichneten Kuppelungen erhalten also ihren Platz je vor oder hinter dem Walzenpaar der anderen Reihe. Die den Weg des Walzstückes darstellende Schlangenlinie wird in dem Maße der erwirkten Verkürzung der Anlage gedrungener und der Transport dadurch erleichtert. In ähnlicher Weise arbeitet das Walzwerk von Grey, („Stahl und Eisen" 1898, S. 1033, Vortrag des Herrn Direktor Max Meier [Micheville]: Die Fortschritte in den Walzwerkseinrichtungen).



109. Sack'sches Universalwalzwerk.
a Vorwalzen. b Nachwalzen. c Fertigwalzen.

Blechwalzen. Wir unterscheiden hier als Mittelware das Kesselblech, dem als äußerste Grenzen einerseits das **Feinblech** und anderseits die **Panzerplatte** gegenüberstehen.

Das Material für Kesselbleche ist entweder Schweißeisen oder Flußeisen.

Das Schweißeisen gelangt in Form von Paketen unter die Walzen, welche in der Regel aus kreuzweise übereinander gelegten Rohschienen bestehen, wie sie das Puddelwerk liefert. Zum abdecken werden oben und unten noch bereits geschweißte Bleche verwendet. Das Paket wird schweißwarm angefahren und, wenn es nicht mehr als etwa 500 kg beträgt, in einer Hitze fertig ausgewalzt. Bei größeren Paketen muß das Walzstück noch einmal, event. noch öfter, in den Schweißofen wandern.

Statt der Paketierung, welche wohl zu unvollkommener Schweißung, Blasenbildungen und dadurch unganzen Stellen, namentlich bei kohlenstoffreicherem Material, Anlaß gibt, entnimmt man die Pakete direkt dem Puddelofen, nachdem dieselben unter dem Hammer zu sogenannten **Bremmen** (auch Brammen genannt) vorgeformt worden. Indessen wird hier der Größe gegenüber bald eine Grenze gebildet. Und auch bei diesem Verfahren bleibt der Anlaß zur Blasenbildung bestehen, indem der Sauerstoff der Schlacke mit dem Kohlenstoff des Eisens Kohlenoxydgas bildet, welches dann zu kleinen Blasenbildungen und damit zu Materialtrennungen führt.

Das Flußeisen gelangt als **Ingot***) unter die Walze, welchem gleich die zum walzen geeignete flache Form gegeben wird.

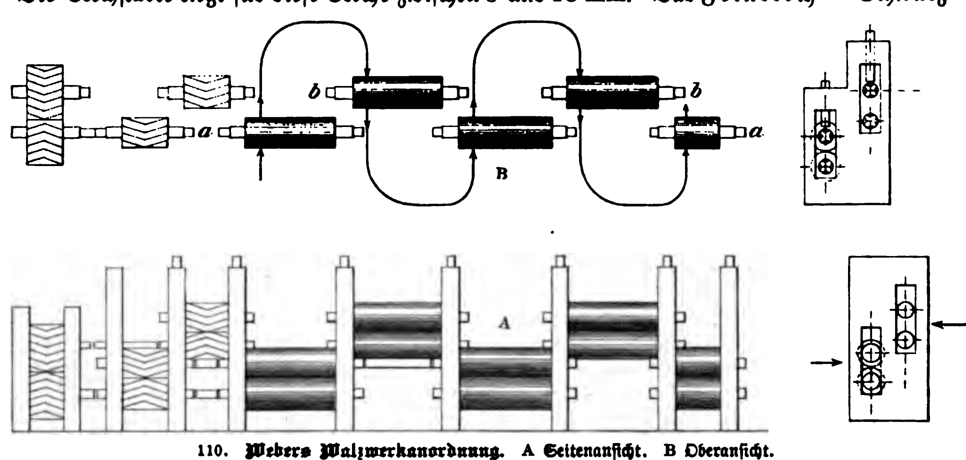
Die Walzrichtung wird zuerst, so oft es geht, geändert, so daß die Walzungen in rechtwinkeliger Kreuzung verlaufen. Erst wenn die Länge des Walzstückes die Walzbreite

*) Siehe auch die Beschreibung der Ausgleichgrube (Abb. 103).

übertrifft, wird naturgemäß die Walzrichtung beibehalten. Die Festigkeit der Bleche fällt in dieser Richtung etwas größer aus.

Während in den bisher besprochenen Fällen ein nachstellen während des walzens in der Regel nicht erforderlich ist, weil die Furchenfolge für die erforderlichen Dimensionen sorgt, muß bei den Blechen ein dauerndes nachstellen mit dem Walzprozeß Schritt halten; die Preßschrauben an den Walzenständern werden nach jedem Stich nachgedreht. Dies muß natürlich, namentlich bei dem fertigwalzen, auf beiden Seiten sehr gleichmäßig geschehen. Um die Gleichmäßigkeit zu sichern, werden die beiden Preßschrauben durch Kegelräder, Zahnstangen- oder Schneckenantrieb miteinander verbunden, so daß die Drehung nur an einer Stelle zu erfolgen braucht und trotzdem eine durchaus gleichmäßige wird. Um dem ungeheuren Druck Rechnung zu tragen, welcher die Walzen durchzubiegen bestrebt ist, werden dieselben oft ein wenig ballig gedreht.

Die Breite der Kesselbleche, die übrigens nicht nur zu Kesseln, sondern auch vielfach zu Reservoiren, Brückenträgern u. s. w. Verwendung finden, beträgt in der Regel etwa 1 m, geht jedoch neuerdings wesentlich weiter. Die Walzen erhalten dann eine außerordentliche Stärke, z. B. für eine Walzbreite von 2 m einen Durchmesser von 0,66 m bei 2,44 m Länge. Die Blechstärke liegt für diese Bleche zwischen 5 und 18 mm. Das Feinblech — Schwarz-



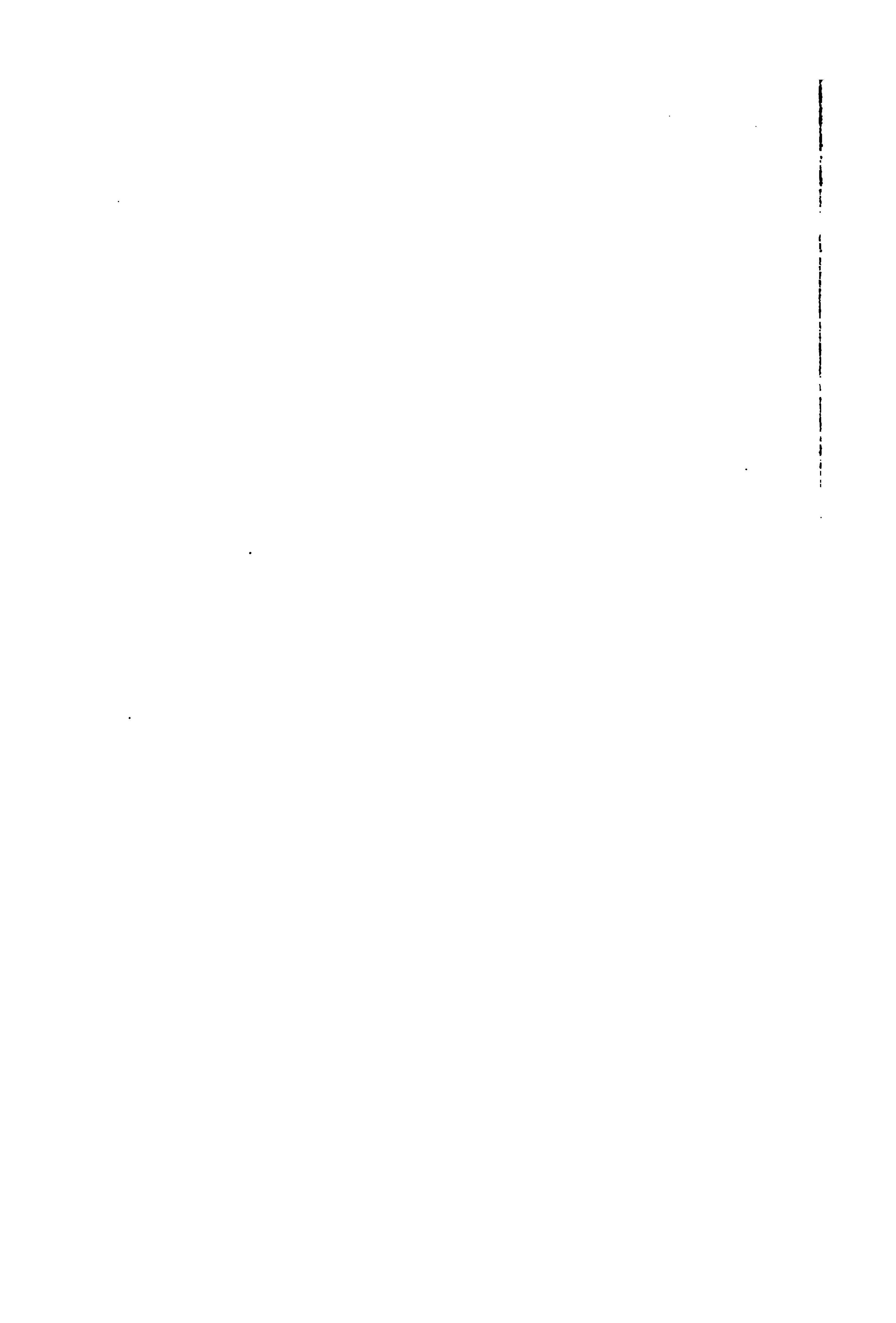
110. Webers Walzwerkanordnung. A Seitenansicht. B Oberansicht.

oder Sturzblech — wurde früher ebenfalls aus Schweißeisen gefertigt und zwar aus doppelt geschweißten Flachstäben. Diese wurden in Stücke zerschnitten und zunächst quer durchgewalzt, also gebreitet. Es geschieht dies auf besonderen Vorwalzwerken, Sturzwalzwerke genannt, denen nach vorherigem glühen das Fertig- oder Schlichtwalzwerk folgt. Neuerdings ist dem Schweißeisen das Flußeisen an die Seite getreten, dessen Herstellung das auswalzen zu größter Feinheit, bis zu 0,1 mm, nunmehr gestattet. Die hierzu verwendeten Ingots haben bereits eine flache Form, so daß das vorwalzen gegenüber dem Schweißeisen wesentlich beschränkt wird.

Sehr dünne Bleche werden ein-, häufig auch mehrmals gedoppelt. Es geschieht dies einerseits der sonst entstehenden übergroßen Länge der Tafel wegen, als auch um die erforderliche Feinheit zu erzielen, ohne die bei diesen Grenzen außerordentlich feine Nachstellung zu benötigen.

Um den Blechen einen schönen Glanz zu geben, werden sie zuletzt nur dunkelrot unter die Walzen gebracht, welche zudem gut poliert sind. Hierbei muß noch eine besondere Vorsicht geübt werden, wegen aufliegender Fremdkörper, wie Glühspan, Schlackenteile u. s. w., was durch schnelles abfegen mit Besen kurz vor dem Stich bewirkt wird. Diese Bleche führen auch den Namen Glanzbleche.

In Rußland werden diese Bleche zwischen dem walzen unter schweren Hämmern mit hochpolierter Bahn gehämmert, wobei auch wohl bereits fertige Glanzbleche zwischengelegt werden.

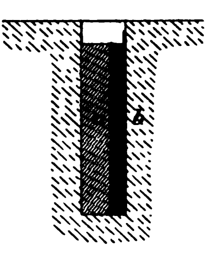




Das Walzen der Panzerplatten.

ınzerplatten erfordern naturgemäß mächtige Walzwerke, welche mit überaus ınsportmitteln versehen und außer den je für sich durch Maschinenkraft zu be- kolltischen mit gewaltigen Kranen für die Bewegung der Platten ausgestattet Systeme, sowohl Zwei- als auch Dreiwalzwerke finden hier Verwendung.

r Panzerplatten verwendete Material ist heute ausschließlich Flußeisen von :nstoffgehalt, oder Flußstahl. Denn das puddeln war nicht imstande, den fortschritten der geforderten Massen zu entsprechen. — Das dem Martinofen : Eisen wird in flache Formen gegossen, so daß es direkt, noch in seiner e, zwischen die Walzen gelangen kann. — Um die Widerstandsfähigkeit zu man bekanntlich in der Neuzeit Nickel hinzugefügt. Diese Nickelstahlpanzer- ıen aus Stahl mit etwa 0,3 bis 0,4 % Kohlenstoff und 3,25 bis 3,5 % Nickel, res in flüssigem Zustande vor dem ausgießen zugesetzt wird. Ferner hat e Platten verstählt. Solche stahlplattierten Panzerplatten wurden früher :n von Stahlplatten auf die Eisenplatte im schweißwarmen Zustande und rchwalzen hergestellt. Heute wird die als Hinterlage dienende Eisenplatte a ufrecht in die Gießgrube gestellt, der gegenüber sich die sogenannte Deckplatte b eide Platten sind hocherhitzt in diese Lage gebracht :auf der flüssige Stahl hineingegossen wird. Sobald bkühlung und damit die weitere Bearbeitungsfähigkeit 't, kommt das Stück zwischen die Walzen.



111. Gießgrube für verstählte Panzerplatten.

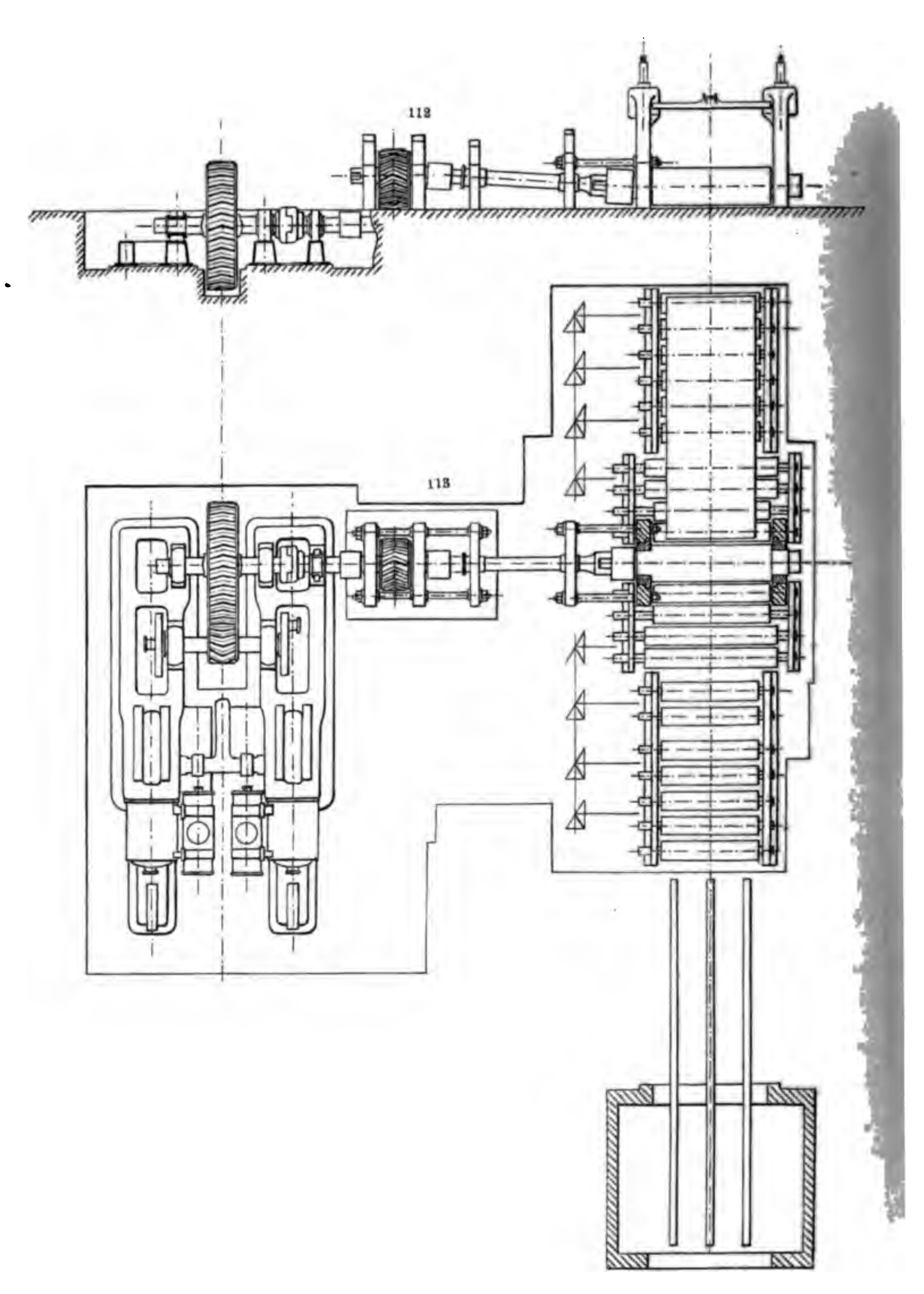
in einseitiges Zementierverfahren (Harvey) führt zum ›as Gußstück, mit Holzkohle u. s. w. bedeckt, 1—2 Wochen : wird. Auch Leuchtgas, unter Luftabschluß über die ıtte geleitet, wird verwendet.

ößten Panzerplattenwalzwerke auf dem Kontinent be- ı Essen (Krupp), Dillingen, Longwy und Wittkowitz. b. 112, 113 u. 114 dieses Kapitels geben uns einen dem mächtigen Kruppschen Panzerplattenwalzwerk, Platte von 8,20 m Länge und 3,13 m Breite bei einem Gewicht von 62,3 t nstande ist. Eine solche Platte war im Jahre 1893 auf der Weltausstellung vorgeführt worden. Die Ballenlänge der Walzen beträgt 4 m und der ndbare Abstand derselben voneinander 1,3 m. Die Kammwalzen besitzen bei entlichen Breite von 1 m einen Durchmesser von 1,74 m. Noch mächtiger sind mit Winkelzähnen ausgestatteten Antriebsräder zwischen Maschine und Walz- bei gleicher Breite 1,265 und 4,2 m Durchmesser besitzen.

hst größten Walzen sind, soweit bekannt, in Wittkowitz zu finden mit einem von 1 m und 3,6 m Ballenlänge (Länge ohne Zapfen). Die Walzen in haben 3½ m Länge bei 0,95 m Durchmesser.

Tafel stellt ein Dreiwalzwerk für Panzerplatten dar, welches vor wenigen n Stahlwerken zu Longwy in Betrieb gesetzt worden ist. Dasselbe ist gleich- iversalwalzwerk ausgeführt und besitzt daher neben den horizontalen Walzen 'ale, welche für glätten der Seitenkanten zu sorgen haben. Die Mittelwalze :r Abb. 112 gezeigt und aus der Seitenansicht der Tafel zu ersehen ist, nur :. Sie wird auf hydraulischem Wege gehoben und gesenkt und erhält ihre Be- oben erläutert, lediglich von dem Walzstück und von der Oberwalze aus*).

ıürde den Zweck dieser Darstellungen weit überschreiten, wenn wir noch weiter auf ichen Schaffungen der Neuzeit eingehen wollten. Denjenigen, welche sich für dieses ·iter interessieren, möge das Studium der Zeitschrift Deutscher Eisenhüttenleute, „Stahl mpfohlen sein u. a.: Die Tandem-Reversiermaschine von Ingenieur C. Kiesselbach, 898, Nr. 18 sowie: Über die Fortschritte in den Walzwerkseinrichtungen von -Remscheid, St. und E. 1898, Nr. 21, dessen Darstellungen auch der Rollwärmofen 102) entnommen ist.



112 u. 113. Panzerplattenwalzwerk von Fried. Krupp in Essen.
112 Ansicht von vorn. 113 Ansicht von oben.

Das Walzen einer Panzerplatte in der Gußstahlfabrik von Fried. Krupp in Essen.



Wir geben im folgenden die Schilderung wieder, mit welcher Professor Dr. Friedrich C. G. Müller in seinem klassischen Werk „Krupps Gußstahlfabrik“, dem wir die Abb. 114 entnommen haben, das walzen einer Panzerplatte beschreibt:

„Wir haben uns zur festgesetzten Stunde eingefunden. Das Walzwerk läuft bereits langsam leer um. Bald hebt sich die Ofenthür, und die Sohle mit allem, was darauf liegt, kommt hervor, eine wahrhaft vulkanische Glut ausstrahlend. Die gelbglühende Platte liegt auf niedrigen Klötzen aus feuerfesten Steinen. Sofort werden vier Haken hinter ihre Ecken gelegt, die mit Ketten an einem der großen Laufkräne hängen. Eine Minute darauf schwebt die Platte wie eine ungeheure Wagschale empor und bewegt sich zum Rollgang des Walzwerks, während die Ofensohle wieder an ihren Platz zurückgeht. Die Bramme ist von derselben Art, wie wir sie vorhin gießen sahen. Man schätzt ihre Größe etwa auf die eines großen Kleiderschrankes; in Wahrheit ist sie 3 m lang und breit und $^3/_4$ m dick. Der Walzprozeß vollzieht sich ganz automatisch. Ein halbes Dutzend kleiner selbständiger Hilfsmaschinen besorgt alle Nebenarbeiten: Den Antrieb der Rollgänge, die Bewegung der Pumpen und Winden, die Umdrehung der Schrauben zum näherstellen der Walzen. Ohne Rast wandert die Platte hinüber und herüber. Ab und zu wird sie gedreht, bis sie fast 4 m breit ist. Darauf geht sie in der Längsrichtung. Der weithin sichtbare Zeiger verrät uns, daß die Oberwalze nach jedem Durchgange nur um einige Millimeter niedriger gestellt wird. Die Platte muß also, bevor sie auf die vorgeschriebene Stärke von 300 mm herabgebracht ist, mehr als 100 mal hin und zurück, worüber etwa eine halbe Stunde vergeht. Eine für den Zuschauer sehr unterhaltende Produktion ist die Beseitigung des Glühspans. Man wirft große Reisigbündel auf die Platte, welche mit unter die Walze kommen, wobei jedes Stück wegen seines Wassergehaltes eine laute Explosion verursacht. Das gibt ein Geknatter, wie das Schnellfeuer eines ganzen Regiments. Dabei brechen große Flammen unter der Walze hervor, und glühende Kohlenstückchen werden zu Tausenden umhergeschleudert.“

Als Gegenstücke hierzu mögen hier die längsten Walzstücke erwähnt werden, die wohl jemals fertig wurden. Es sind das die 1897 in Stockholm ausgestellten Bandeisen. Eins derselben besaß nach dem Prometheus (1898) 699 m Länge bei einem Querschnitt von 238 zu 0,48 mm und einem Gewicht von 524 kg. Ein anderes Band besaß 1287 m Länge, 70 mm Breite und 0,03 mm Dicke, bei einem Gewicht von 19,5 kg. Hieran schloß sich die „größte Bandsäge der Welt“ mit 65 m Länge, 355 mm Breite und 307 kg Gewicht, nebst einem aus einem Eisenknüppel von $3^1/_2$m Länge, 230 mm Breite und 130 mm Dicke gewalzten Band von 89 m Länge, 240 mm Breite und 4,1 mm Dicke bei einem Gewicht von 563 kg.

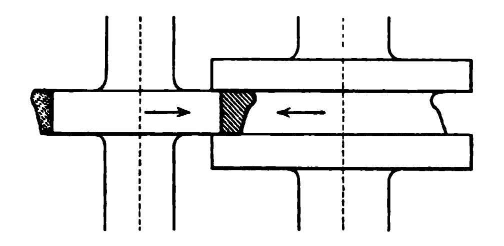
Das Ringwalzwerk.

Während wir es bei den bisherigen Walzwerken mit einer meist ziemlich begrenzten Walzlänge zu thun hatten, besitzen die Ring- oder Bandagenwalzwerke die Fähigkeit, an sich unbegrenzt, fortlaufend zu arbeiten. Das Walzstück ist zu diesem Behufe zu einer gelochten Scheibe oder Platte vorgearbeitet, welche über die freitragend gelagerte, stets glatte Hauptwalze gestreift wird.

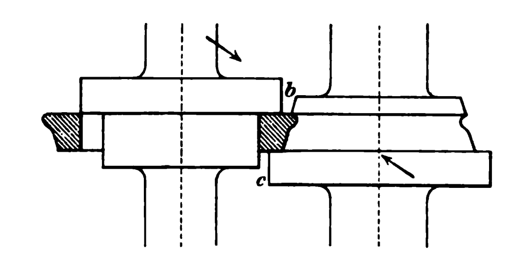
Wedding unterscheidet folgende Walzarten:

I. a) Mit zwei Walzen. Der Ring liegt auf der glatten Walze und wird von einer profilierten (Abb. 115[4]), mit versenktem Kaliber versehenen Walze geformt. b) Mit zwei Walzen und schräger Anstellung. Es erhalten auf diese Weise auch die flachen Seiten des Ringes Walzdruck, wenn auch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung (Abb. 116). Die Richtung der Anstellung (des nachstellens) ist durch den stark gezeichneten Pfeil angegeben.

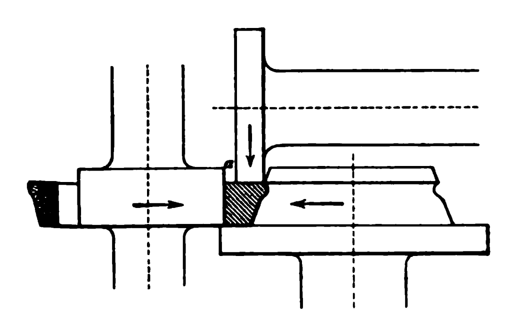
II. Mit drei Walzen. — a) Die Formwalze arbeitet senkrecht zu den Achsen, während eine dritte Walze (Abb. 117) in Verbindung mit dem Rand derselben für die Seitenflächen sorgt. b) Die Achse der Formwalze liegt schräg zur Hauptachse, wobei wieder die beiden unter I angedeuteten Unterschiede zu machen sind, je nachdem die schräge Achse senkrecht zu sich selbst (Abb. 118) oder senkrecht zur Hauptachse angestellt wird. Letzteres ist das System Daelen (Abb. 119).



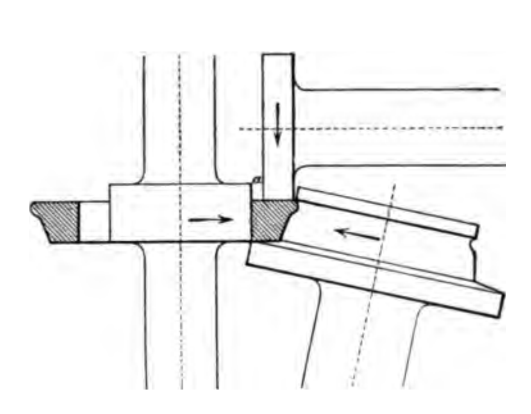
115 Mit zwei Walzen und senkrechtem Druck.



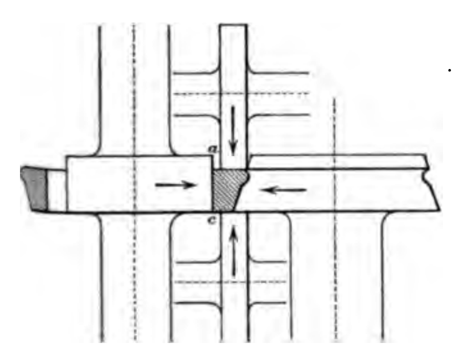
116 Mit zwei Walzen und schrägem Druck.



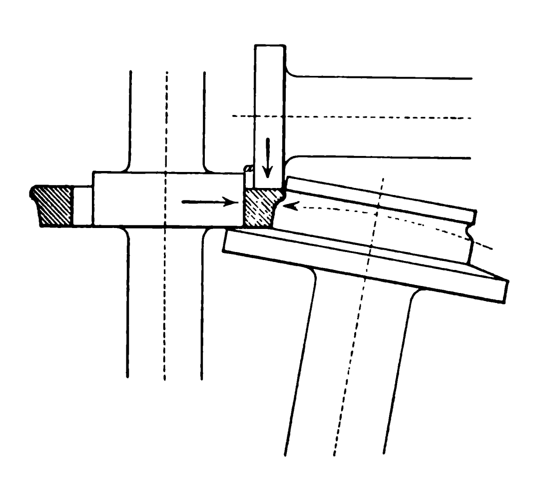
117 Mit drei Walzen und senkrechtem Druck.



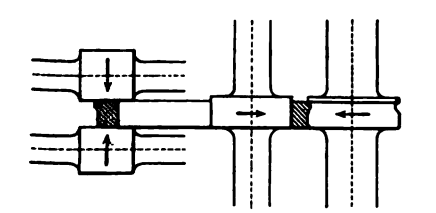
118 Mit drei Walzen und schrägem Druck.



120 Mit vier Walzen, gleichzeitig wirkend.



119 Mit drei Walzen und schwingender Lagerung der schrägen Walze.



121 Mit vier Walzen, nacheinander arbeitend.

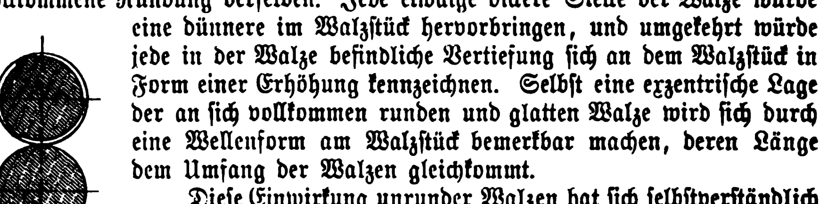
115 bis 121. Bandagenwalzen.

III. Mit vier Walzen. Zur Hauptwalze und Formwalze der Abb. 115 treten von unten und oben je eine glatte Walze für die flachen Seiten. Hier ist wiederum eine Trennung möglich, je nachdem diese beiden Walzen unmittelbar in derselben Walzebene arbeiten, wie die anderen (Abb. 120), oder, wie beim Universalwerk, an einer entfernteren Stelle, hier wohl zweckmäßig gegenüber, wie in Abb. 121 angegeben ist. — Außer diesen Verschiedenheiten in der Anbringung der Walzen unterscheidet man noch Ringwalzwerke mit horizontaler und solche mit vertikaler Achse.

In allen Fällen geht dem walzen die Dampfhammerarbeit voran. Der Block wird mit dem Spitzdorn, also ohne Materialverlust, gelocht, dann aufgetrieben und über dem Dorn erweitert, bis der innere Durchmesser dem der Hauptwalze entspricht. Unsere Tafel S. 56 zeigt uns das Bandagenwalzwerk der Rheinischen Stahlwerke zu Ruhrort: Im Hintergrund die Wärmöfen und davor die beiden übereinanderliegenden, mit den Kopfenden vorragenden Walzen, auf deren unterer sich der zu walzende Ring befindet; die Walzen sind nicht zusammengestellt, also nicht in Thätigkeit. Ein zweites Walzwerk dieser Art befindet sich weiter vorn und noch etwas vor diesem die hydraulische Zentriermaschine, eine mit Sektoren versehene dreigeteilte schwere Platte, deren Teile mit gewaltiger Kraft auseinandergehen und so den darübergestreiften Ring, die Bandage, endgültig ausrichten.

Figurenwalzen.

Die Hauptbedingung für die gute Arbeit der bisher besprochenen Walzen ist die möglichst vollkommene Rundung derselben. Jede etwaige dickere Stelle der Walze würde eine dünnere im Walzstück hervorbringen, und umgekehrt würde jede in der Walze befindliche Vertiefung sich an dem Walzstück in Form einer Erhöhung kennzeichnen. Selbst eine exzentrische Lage der an sich vollkommen runden und glatten Walze wird sich durch eine Wellenform am Walzstück bemerkbar machen, deren Länge dem Umfang der Walzen gleichkommt.



122 u. 123. Hobeleisenwalzen.

Diese Einwirkung unrunder Walzen hat sich selbstverständlich sofort gezeigt; ja, es ist anzunehmen, daß der erste Verfertiger einer Walze diese Eigenschaft vorhergesehen und sich bemüht haben wird, gleich ein recht rundes und glattes Stück herzustellen. Und so lag denn auch der Gedanke recht nahe, absichtlich Walzstücke mit diesen oder jenen regelmäßigen oder unregelmäßigen Vertiefungen oder Erhabenheiten hervorzubringen, die Walzen also entsprechend dazu vorzubereiten.

Auch ist man sehr früh auf diese Nutzanwendung gekommen. Schon die alten Münzenmacher walzten ihre Metallstreifen nicht nur glatt aus, sondern verliehen ihren Erzeugnissen in einer letzten Walzung bereits das Gepräge. Ein sehr ausgedehnter Gebrauch wird hiervon bei modernen Schienen- und Trägerwalzen zum zeichnen derselben gemacht; in die Fertigwalze ist die Firma u. s. w. vertieft eingearbeitet, so daß die Schiene so oft dieses Zeichen, erhaben, erhält, als der Umfang der Walze in die Schienenlänge hineingeht. Auch das anwalzen von Spitzen ist, wie wir S. 36 besprochen, schon früh durchgeführt worden; und so ist es wohl selbstverständlich, daß auch die Neuzeit vom unrunden oder Figurenwalzen Gebrauch macht.

Wir unterscheiden das gleichmäßig fortlaufende, das Einzel-Figuren- und das Unrundwalzen.

Das fortlaufende Figurenwalzen findet statt, wenn die Walze sich dauernd dreht und eine Stange erzeugt, welche, wie soeben beim Schienenzeichnen angedeutet worden, eine größere Anzahl gleichmäßig wiederkehrender Umformungen, Eindrücke aufweist.

Die völlige Gleichförmigkeit der eingravierten Figuren ist dabei nicht einmal immer beabsichtigt. Man walzt Stahlstangen, welche mit Hammerschlägen ähnlichen, unregelmäßigen Eindrücken versehen werden und auf diese Weise beim Walzstück den Eindruck



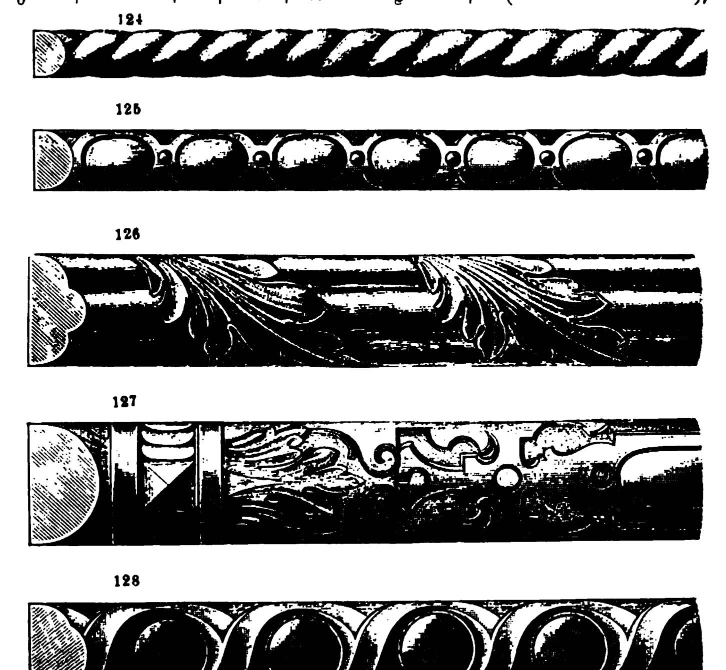
Das Bandagenwalzw



hervorrufen, als ob die Stange unter dem Hammer gereckt sei. Hier kann die beabsichtigte Unregelmäßigkeit sich natürlich nur auf eine Länge gleich dem Walzenumfang erstrecken. Da indessen die Stangen doch, behufs ihrer Versendung, in kürzere Stücke zerschlagen werden, so ist die Täuschung häufig eine vollendete.

Dieser Weg ist neuerdings zu einer großen Vollkommenheit geführt worden durch die Firma Mannstädt & Co. in Kalk, welche Zierstäbe der geschmackvollsten Art durch walzen herstellt. Wir geben in den Abb. 124—131 einige Beispiele dieses neuen Industriezweiges. Die Stangen werden vom Bauschlosser namentlich für Eisenbauten verwendet und liefern oft überaus geschmackvolle Verzierungen.

Vielfach werden die Stangen genau der Periode gemäß zerschnitten, um so gewalzte Formstücke massenweise zu liefern. Auf diese Weise werden Hobeleisen (Abb. 122 u. 123), Hakennägel u. s. w. vorgewalzt, so daß nur noch eine geringe oft auch noch mechanische Bearbeitung erforderlich ist, um das Stück fertigzustellen, und so eine ganz erhebliche Handarbeit erspart, ein wesentlich billigerer Preis erzielt werden kann.



124 bis 128. Zierstäbe von L. Mannstädt & Co. in Kalk.

Die höchste Vollendung in der Ausnutzung der Walzen finden wir in der erst in der jüngsten Zeit ins Leben getretenen Kettenwalzerei, auf welche wir bei dem Kapitel von der Fabrikation der Ketten noch besonders zurückkommen werden.

Eine weitere Verwendung findet dann das Figurenwalzen als Einzelwalzen zur Fabrikation von Löffeln, Gabeln und ähnlichen Artikeln, bei denen oft, wie bei den Blechlöffeln, nur ein durchpressen stattfindet, das vorgelegte Rohmaterial also Blech sein kann. Die Fabrikation der Löffel auf diesem Wege ist bereits in früheren Zeiten betrieben worden. In der Regel werden sie also keine Stangen, sondern nur entsprechend kurze Blechstäbe aufgeben.

Diese Benutzung der Walzen zum durchpressen von Blech, was auch auf kaltem Wege geschehen kann, führt noch auf eine andere Fabrikation, das Profilwalzen, wo es sich darum handelt, Blechstreifen der Länge nach in irgend eine Form zu bringen. Abb. 132 zeigt, wie aus einem schmalen Streifen Stahlblech ein u-förmiger Stab gewalzt werden kann (Paragondraht für Regenschirmgestelle). Hier findet nur ein im vorliegenden Fall zweistufiges durchdrücken, erst von a zu b und dann von c zu d statt. Ähnliches finden wir beim Wellblechwalzen, wo die einzelnen Wellen nach- und nebeneinander gewalzt werden, so daß das zu verwendende Material stets von der ungewalzten Seite her herangezogen wird, wie die Abb. 133 u. 134 angeben. Eine Dehnung wird hier dem Material nur in sehr geringem Maße zugemutet. Sollen Profile gewalzt werden, bei denen mehrere Vertiefungen zu gleicher Zeit entstehen sollen, so muß eine Vorarbeit in

dem Sinne vorhergehen, daß das erforderliche Material bereits in den richtigen Walzebenen liegt, so daß nur noch die genaue Formung erforderlich wird. Abb. 135 gibt eine solche Vorformung an, bei der die Walzen locker genug gehen, um das Blech seitlich zuschießen zu lassen, während Abb. 136 zeigt, wie das so vorgeformte Blech in das richtige Profil gebracht wird. Die weitere Ausbildung dieser Methode der Blechbearbeitung finden wir in dem Kapitel Klempnerei unter dem Namen Sicken und Bördeln.

Das Unrundwalzen.

Das periodische Figurenwalzen oder schlechtweg Unrundwalzen beruht auf einer derartig unrunden Form der Walzen oder wenigstens der einen derselben, daß zwischen ihnen entweder durch exzentrische Lagerung (Abb. 137) oder exzentrische Ausarbeitung (Abb. 138) eine Lücke entsteht, welche zum einstecken des Walzstückes benutzt werden kann. Auch hier haben wir es wieder mit zwei Richtungen zu thun, je nachdem die Walzen gleichmäßig umlaufen, oder, nach Art der Kehrwalze, ihre Bewegungsrichtung periodisch ändern und, da naturgemäß diese Umkehrung mindestens nach jeder vollen Umdrehung, oft auch früher stattfinden muß, eine hin- und hergehende, oscillierende Bewegung besitzen.

129



130

131

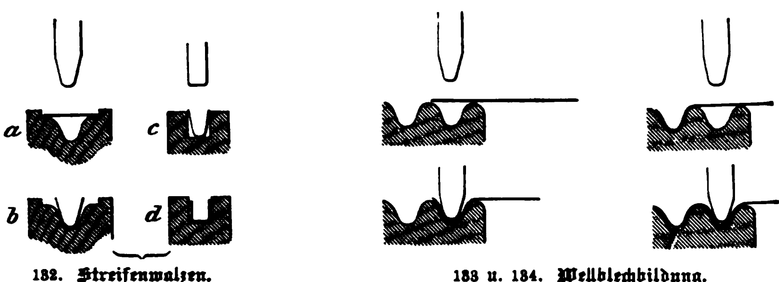


129 bis 131. Zierstäbe von C. Mannstädt & Co. in Kalk.

Ein Beispiel hierfür ist das anspitzen, welches an verschiedenen Orten und in verschiedener Weise durch walzen bewirkt wird. In den Drahtwalzwerken wird die Fabrikation des Walzdrahtes durch ein anspitzen — behufs des späteren ziehens — durch oscillierende Walzen (Abb. 138) bewirkt. Der Arbeiter steckt das Ende in dem Moment zwischen die Walzen, wo dieselben die oben erwähnte Lücke zeigen, worauf die Walzen packen und den Draht angespitzt zurücktreiben. Die Walzung vollzieht sich also während derjenigen Periode, in welcher sie sich entgegengesetzt, wie üblich, drehen.

Häufig wendet man hier mehrere nebeneinander liegende Kaliber an und fertigt die Spitze dann in mehreren Walzungen nacheinander. Anderseits werden Drahtspitzen auch dadurch erzeugt, daß man ähnlich, wie oben angegeben, kalibrierte Walzen gleichmäßig umlaufen läßt, aber wieder in entgegengesetztem Sinne, so also, daß der Draht dem Arbeiter zuläuft, der ihn dann einsteckt, wenn die Walze die Lücke zeigt (Abb. 137). Das entgegengesetzte Laufen hat hier den Zweck, zu verhüten, daß das Walzstück bei einem Versehen noch tiefer hineinkommt, also zweimal gewalzt wird, sowie irgend einem Unglück — hineingeraten der Finger — vorzubeugen. In dieser Weise werden zum Teil auch die Fahrradspeichen behandelt.

In ganz ähnlicher Weise geht das **Klingenwalzen** vor sich, das also gar nichts weiter ist, als das ausgebildete Spitzenwalzen. Die Abb. 139 u. 140 stellen ein solches Walzwerk in seinen Grundzügen dar. Die erste Abbildung zeigt den Moment, wo der Arbeiter eben die glühende Stange Stahl eingelegt hat, und die folgende stellt die Walzenstellung bei Beendigung des Prozesses dar.

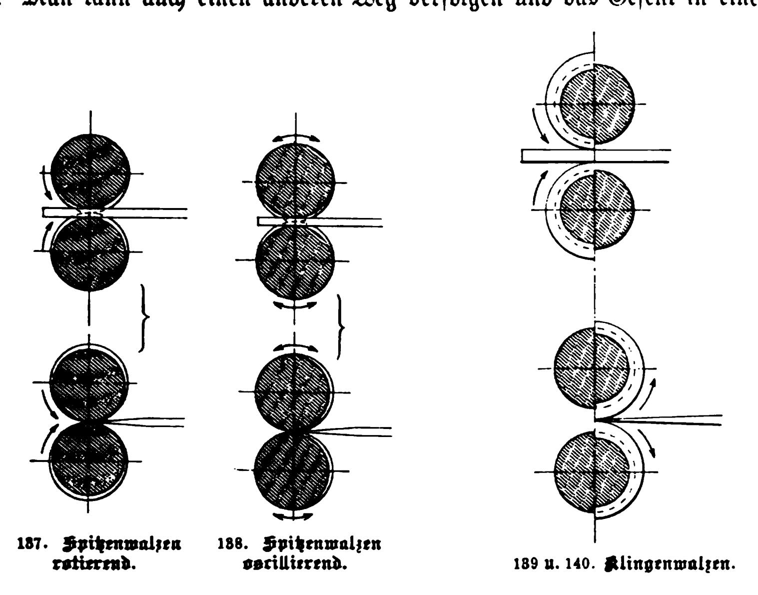


132. Streifenwalzen. 133 u. 134. Wellblechbildung.

Walzen dieser Art sind sehr kostbar, schon ihrer durch die Länge der Klinge gebotenen großen Durchmesser wegen. Um die Materialkosten zu mäßigen und namentlich, um die Gravierarbeit zu erleichtern, sowie endlich, um ein Walzenpaar für die verschiedensten Walzformen verwenden zu können, werden die Formstücke — Walzbacken — für sich in Stahl angefertigt und auf die Walzen aufgelegt, die dann aus Gußeisen gefertigt werden können. Diese Zusammensetzung der Walze ist in den eben besprochenen Abbildungen zu erkennen.

135 u. 136. Profilwalzen.

Bei diesen Walzen ist das Gesenk, wie man es gut nennen kann, also die von dem Walzstück auszufüllende Höhlung, in die Walze oder einen dazu bestimmten aufgelegten, also auswechselbaren Teil derselben eingearbeitet. Man kann auch einen anderen Weg verfolgen und das Gesenk in einen Tisch

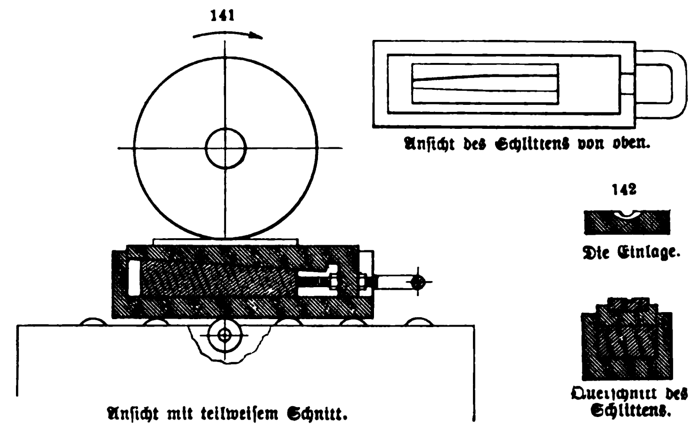


137. Spitzenwalzen rotierend. 138. Spitzenwalzen oscillierend. 139 u. 140. Klingenwalzen.

verlegen, der die Unterwalze zu ersetzen hat. Es geht dies ohne weiteres dann, wenn die obere Fläche des Walzstückes glatt bleiben soll, wie z. B. bei der halbrunden Feile. Hier liegt das Walzstück (Abb. 141 u. 142) auf einer Gesenkplatte, welche auf Rollen, durch Keilvorrichtung verstellbar, läuft und von der Walze durchgezogen wird. Dieselbe ist einfach rund. Der auf die angegebene Weise gebildete Walzwagen wird, wie jedes

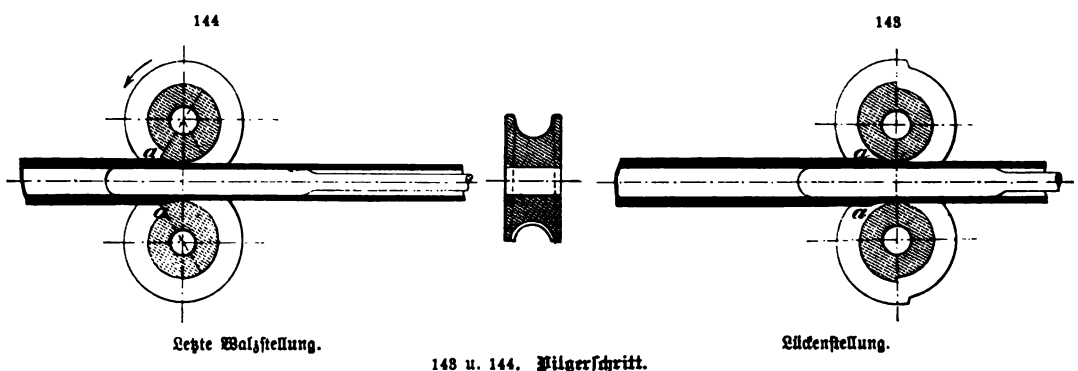
andere Walzstück, nachdem er fest eingeschoben, durch Reibung mitgenommen und nimmt das glühende Material in das Gesenk auf. Diese Walzmethode führt den Namen „Tischwalzen". Selbstverständlich kann dabei auch die Walze ein Gesenk erhalten.

Eine sehr interessante Verwendung hat diese Walzart neuerdings in der Rohrfabrikation gefunden und den Namen Pilgerschritt erhalten. Wir kommen hierauf in



141 u. 142. Tischwalzen.

dem Kapitel „Rohrfabrikation" zurück und führen hier nur das die Walztechnik betreffende an. Abb. 143 u. 144 zeigen die beiden unrunden Walzen. Dieselben haben die Aufgabe, ein noch dickwandiges Rohr zu längen und unter Beibehaltung der lichten Weite zu dünnen. Die Lückenstellung ist in der Abb. 143, etwas zu dicht, angegeben, wo die Walzen bereit sind, das zu walzende Stück aufzunehmen. Dieser Stellung folgt ein cylindrischer Teil der Walzen und diesem ein ansteigender. Nach jedem Durchgang wird zurückgeschoben und gedreht. Das Walzstück macht also eine hin und her gehende, schrittweise Bewegung, welche der Walzart den eigentümlichen Namen Pilgerschritt gegeben hat.



143 u. 144. Pilgerschritt.

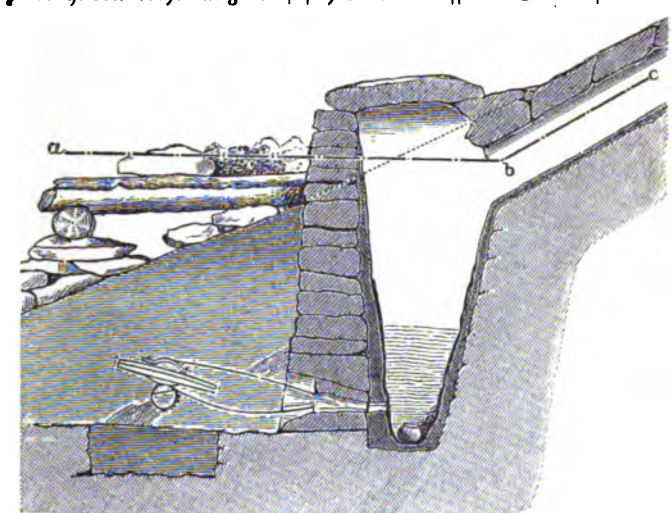
Ein besonderes Gebiet für sich bilden die Rohrwalzwerke, welche mit geschränkt zu einander liegenden Walzen arbeiten. Dieselben werden in dem obengenannten Kapitel näher besprochen werden.

So sind wir aus dem rohen walzen der unförmlichen, von der Hütte gelieferten Blöcke zu einer Feintechnik gelangt, welche namentlich im Laufe des letzten Jahrzehntes eine ungeahnte Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit gewonnen hat.

Die Eisengießerei.

Stahlguß — Schmiedeguß.

Die Kunst, das Eisen*) durch gießen in gewünschte Formen zu bringen, ist seltsamerweise verhältnismäßig noch recht jung. Während wir schmiedeeiserne Gegenstände kennen, deren Alter auf mehrere Tausend Jahre geschätzt werden muß, gehen die vorgefundenen gußeisernen Gegenstände bis höchstens zum 14. Jahrhundert n. Chr. zurück. Die Gründe hierfür liegen in der wesentlich schwierigeren Behandlung, welche der Eisenguß erfordert. Es ist nicht die erforderliche Temperatur, denn Schmiedeeisen verlangt eine höhere, und die uralte schmiedeeiserne Säule zu Delhi beweist, daß man schon recht früh größere Stücke Schmiedeeisen zu schweißen, also recht kräftige Feuer zu unterhalten imstande gewesen ist. Aber Gußeisen erfordert feuerfeste Gefäße oder besonders geeignete Öfen. Und namentlich letztere haben recht lange auf sich warten lassen. Sie entstanden aus den Rennfeuern der Alten, welche wohl, wie soeben angedeutet, die Temperatur zu erzeugen, aber nicht genügend zu kohlen imstande waren und bei der vollendeten Reduktion — Sauerstoffentziehung — der Erze und der damit erfolgten Erzeugung von schmiedbarem Eisen stehen blieben. Erst als man anfing, die Öfen höher zu bauen, entsprechend dem Erwachen der Erkenntnis, daß damit eine flüssige Eisengattung entstände, kam man auf das Gußeisen.



145. Tausendjähriger Hochofen.

Die Nachrichten über auswärtige Gußeisenfunde fehlen: weder von Gußstücken noch von entsprechenden Schmelzvorrichtungen alter Zeit wird berichtet. Der älteste dem europäischen Boden angehörende Fund ist ein in Siebenbürgen aufgefundener Hochofen[1]), dessen Alter auf etwa tausend Jahre geschätzt wird. Er war in den Abhang eines Hügels (Abb. 145) eingebaut, mit einem am Hang entlang laufenden Abzug versehen und mit einer Platte bedeckt, so daß der Abzug den Zug verschärfte, der vielleicht durch ein Gebläse unterstützt wurde. Bei gut dichter Abdeckung war dies zum Eisenschmelzen vielleicht nicht einmal nötig, da unsere heutigen Tiegelschmelzöfen vielfach nur mit natürlichem Zug arbeiten. Indessen scheinen die Reste auf ein Gebläse hinzudeuten. Der Ofen ist $1^1/_2$ m hoch und mit einer Plattform für die Bedienung versehen. Leider ist als Erzeugnis desselben nur ein Eisenklumpen darin gefunden worden, so daß sich nicht feststellen läßt, ob das Eisen nur zum frischen (Verarbeitung auf Schmiedeeisen) oder zum gießen verwendet worden ist. Das erstere ist das wahrscheinlichere, so daß wohl kaum anders als an Eisenschmelzen und nicht an Eisengießen in unserem Sinne zu denken ist. Abgesehen hiervon dürfte der Anfang der Eisengießerei, wenigstens für Europa, frühestens auf das 15. Jahrhundert verlegt werden können. Die diesbezüglichen Produkte waren Herdgußplatten, welche sich zum Ofenbau vorzüglich eignen und bald mit Verzierungen versehen wurden.

*) Schmelzen der Metalle an sich ist schon sehr alt. Vergl. das Kapitel „Andere Metalle“.
[1]) „Engineering and Mining“, 1898, Nr. 12.

Bei der Brüchigkeit des Gußeisens gegenüber dem Schmiedeeisen[2]) und angesichts des Umstandes, daß das zuerst durch allzuhohe Öfen oder vielleicht auch unrichtige Windzuführung zufällig entstandene Gußeisen als verdorbenes Material betrachtet wurde, wird es recht lange gedauert haben, bis man andere Gebrauchsgegenstände aus Gußeisen fertigen lernte. Aber man lernte Formen herstellen, den Sand hierzu mischen und fand sicher recht bald heraus, wie schön sich alles darin abdrücken, umgekehrt (als Spiegelbild) wiedergeben läßt. Die zum glätten des Bodens benutzten Bretter hinterließen die schönsten und deutlichen Spuren ihrer Adern, und es darf nicht wunder nehmen, daß man schon früh diese Abbildungsfähigkeit des Sandes in Verbindung mit der Eigenschaft des Gusses flüssigen Eisens, alle diese feinen Formen schön auszufüllen, benutzen lernte. Der Gedanke, auf diese Weise Platten zu verzieren, lag zu nahe, und die damals in voller Blüte stehende Holzschnitzerei kam demselben zu Hilfe. Die Kunst aber stand zu jener Zeit fast nur im Dienste der Kirche, und so mag es gekommen sein, daß die ältesten uns bekannten Eisengußstücke **Ofenplatten** mit Bildern aus der heiligen Geschichte sind; die erste regelmäßig stattgefundene Benutzung des Gußeisens stand im Dienste der kirchlichen Kunst.



146. Gußplatte aus dem Jahre 1571.

Diese Ofenplatten sind als Heizplatten aufzufassen und begrenzten mit ihrer Rückseite das in dem einen Raum (Küche) befindliche Herdfeuer, dessen Wärme sie z. Th. auf den benachbarten Raum, mit der Bildseite, übertrugen.

Abb. 146 zeigt uns eine solche Platte, aus dem Jahre 1571, wie sie leider, in den letzten Jahrhunderten wenig geachtet, immer seltener geworden sind, wennschon noch manches schöne Stück erhalten geblieben ist.*)

Wenn nun auch für viele Gebrauchsgegenstände das Schmiedeeisen den Vorrang behielt und ja auch bis heute behalten hat, so gibt es doch Formen, denen das Gußeisen besser zu folgen vermag; dies waren zunächst die Gefäße, und namentlich die Kochgefäße. Hier bot das Schmiedeeisen doch ziemliche Schwierigkeiten, welche die Erzeugnisse teuer machten; und auch die Bildsamkeit des Kupfers konnte nicht helfen. Kupfer war stets teuer und als Kochgeschirr nie recht beliebt. So finden wir denn den Kochtopf als wohl

---

[2]) Das älteste bekannte eiserne Fundstück ist die von Belzoni unter den Füßen einer Sphinx zu Karnak aufgefundene **Sichel**, welche sicher lange vor der Invasion der Perser, also mindestens vor dem Jahre 525 vor Chr. dorthin gekommen sein muß. Eine mit Hilfe einer eisernen Stange verstärkte Bronzefigur wird der vierten Dynastie, ca. 2900 vor Chr., zugeschrieben. — **Beck**, „Die Geschichte des Eisens“, I.

*) Beck führt die Einbürgerung des Gußeisens auf die zu jenen Zeiten entstehenden Wassermühlen zurück, welche allerdings erst das Mittel abgaben, dauernde Windleistungen zu liefern. Wir haben aber bereits darauf hingewiesen, daß hohe Temperaturen recht gut auch ohne Maschinenkraft zu erzeugen waren, so daß selbst die Erhöhung des Ofens nicht unbedingt abhängig erscheint von der Erzeugung der Windpressung. Schmelzen wir das Eisen doch heute noch mit bestem Erfolg durch natürlichen Luftzug.

erste gußeiserne Handelsware, die noch heute ihre Bedeutung sowohl als solche wie als Produkt des Hochofens bewahrt hat; Ofenguß und Poteriewaren haben lange Zeit hindurch eine große Rolle auf diesem Gebiet gespielt. Abb. 147 stellt zwei Kochtöpfe[2]) aus dem Nationalmuseum zu München dar, die sogar dem 14. Jahrhundert zugeschrieben werden (am Rhein als Marmiken bekannt). Ebendort befindet sich ein runder Kessel auf drei Füßen. Im Verzeichnis steht der Vermerk: „gekauft von einem Juden aus Innsbruck, angeblich aus dem 14. Jahrhundert". Beck weist indessen nach, daß diese Angabe nicht zuverlässig sein könne, und schreibt solchen gußeisernen Kochtöpfen höchstens die Mitte des 16. Jahrhunderts zu. Die erste Abbildung solcher Töpfe verdanken wir Georg Agricola, welcher uns in seinem Werke „de re metallica" auch eine Abbildung überliefert hat, die wir in der Abb. 147 wiedergeben.[3]) Agricola gibt ausdrücklich an, daß es eiserne Töpfe seien, die zum Salzkochen verwendet würden, und erwähnt sogar die Eigenschaft derselben, den Inhalt zu schwärzen. Indessen scheint uns die Abbildung nicht für Gußeisen zu sprechen. Der innen kenntliche umgebördelte Rand, die Halsverzierung und namentlich die Henkel lassen mehr auf Schmiedeeisen, also Treibarbeit, schließen, so daß das Bedenken Becks gerechtfertigt erscheint. Andere Gußstücke aus



147. Eiserne Kochtöpfe aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Nach Agricola.



148. Gußeiserner Ofenfuß etwa aus dem 15. Jahrhundert.[3])

alter Zeit stellen plumpe Tiergestalten dar, wahrscheinlich Ofenfüße, deren Modell augenscheinlich aus Thon bestanden hat und welche dem 15. Jahrhundert zugeschrieben werden.

Alles in allem genommen, wird man die Verwendung des Eisengusses in Europa nicht höher hinauf als in das 15. Jahrhundert setzen können.

Ein ebenfalls recht alter Gußartikel war die eiserne Kugel, deren Zeit auf das Ende des 15. Jahrhunderts gesetzt wird. Biringuccio sagt in seinem „Pyrotechnika" darüber: „denn eiserne Kugeln wurden, soviel ich weiß, nicht beim Geschützfeuer gesehen vor denjenigen, welche König Karl von Frankreich zur Eroberung des Königreichs Neapel gegen den König Ferdinand im Jahre 1495 mit sich führte." Karl der Kühne bediente sich bereits gußeiserner Kugeln von 7, 10, 20 und 30 Pfund. Daß aber eiserne Kugeln selbst zu Anfang des 16. Jahrhunderts noch wenig im Gebrauch waren, geht aus dem Inventar der Stadt Eßlingen vom Jahre 1507 hervor, zu welcher Zeit sich im dortigen Zeughaus 2684 steinerne, 26478 bleierne und nur 324 eiserne Kugeln befanden.

Der Beförderer des Eisengusses ist wohl der Maschinenbau gewesen, der zuerst reichlich Gestaltungen lieferte, zu denen nach Form und Festigkeit sich das Gußeisen am allerbesten eignete; bald wurden die hölzernen Kammräder der Mühlen — der Geburtsstätte des Maschinenbaues — durch gußeiserne ersetzt. Und wenn auch Kanonen aus Schmiedeeisen und Bronze und Dampfcylinder aus Kupferblech gefertigt werden konnten, so gab es zunächst für die verschiedenen verbindenden Teile kein geeigneteres Material,

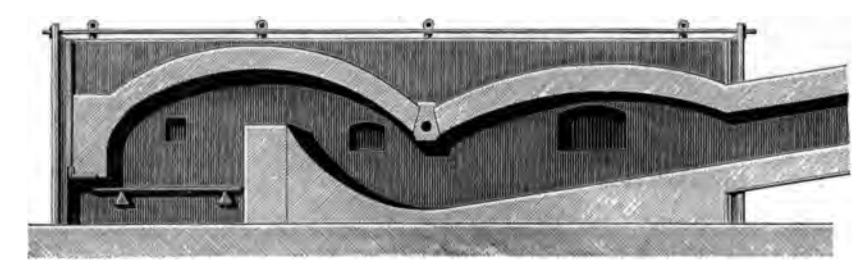
[3]) Ledebur.

als das bequem zu behandelnde, billige und kräftige Gußeisen. Mit dem Maschinenbau, mit der Dampfmaschine, begann die Zeit des Gußeisens.

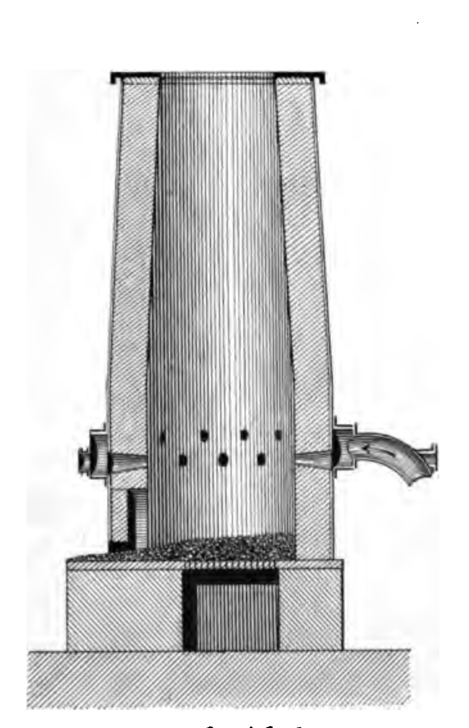
Die verschiedenen Arbeiten, welche das gießen erfordert — mit nur geringen Abweichungen auch das der anderen Metalle — sind das *schmelzen*, das *formen* und das eigentliche *vergießen*.

Das Schmelzen.

Zum *schmelzen* gehört, wie bereits angedeutet, ein etwas höherer Ofen, als ihn die alten Schmiede zur Herstellung des Schmiedeeisens verwendet hatten. Dieser Ofen

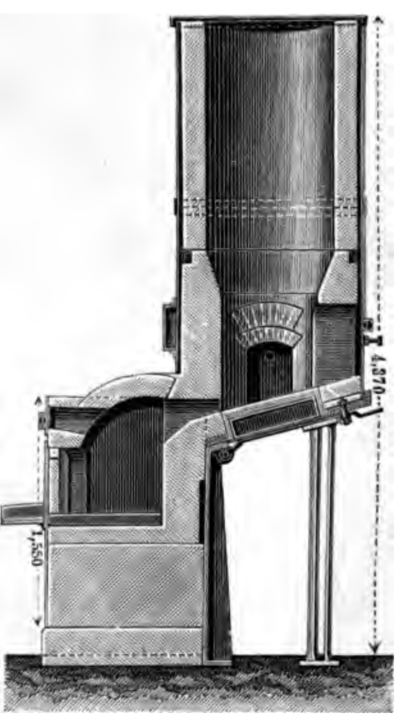


149. Flammofen.





150. Kupolofen.[3])



151. Kriegarofen.

ist zum Hochofen geworden, der indessen fast nur noch zur Herstellung des Rohmaterials, des Roheisens, verwendet wird und unter „Eisenhüttenkunde" bereits eingehend behandelt wurde. Nur Poteriewaren, Ofenteile und Rohre werden heute noch unmittelbar aus dem Hochofen gegossen, während zum umschmelzen des vom Hochofen gelieferten Roheisens die hierfür entstandene Ableitung des Hochofens, der *Kupolofen*, verwendet wird. Der Hochofen ist also wieder kleiner geworden. — Dem Kupolofen zur Seite steht, zum umschmelzen größerer Mengen Eisen, der *Flammofen* und für kleinere Verhältnisse der *Tiegel*.

Der Flammofen besteht (Abb. 149) aus der Feuerung, dem Herd und dem beides überdeckenden Gewölbe, welches sich in der Regel mitten über dem Herd tief heruntersenkt, um die Flamme an das Schmelzmaterial herunterzuzwingen. Das letztere wird durch die Einsatzöffnungen eingebracht, die sowohl vermauert — für lange Schmelzungen — als auch nur durch schwere eiserne, mit feuerfestem Material ausgefütterte Thüren verschlossen werden. Außerdem sind wohl noch andere zur Bedienung des Ofens angebrachte Öffnungen vorhanden, die in ähnlicher Weise verschlossen werden. Seitlich dicht über dem tiefsten Punkt der Herdsohle befindet sich die mit einem Lehmpfropfen verschlossene Abstichöffnung, durch welche der Ofen entleert wird.

152. Herbertzofen. (Zu S. 66.)

Während der Flammofen in der Eisengießerei nur wenig verbreitet ist und der Regel nach meist nur zum einschmelzen besonders großer Stücke verwendet wird, gilt der Kupolofen als gebräuchlichster Apparat zum umschmelzen von Roheisen. Derselbe besteht (Abb. 150) stets aus einem oft oben etwas zusammengezogenen Schacht, der mit abwechselnden Schichten von Koks und Roheisen gefüllt ist und in welchem sich unten das geschmolzene Eisen ansammelt. — Die Verschiedenheiten der Kupolöfen beruhen hauptsächlich in der Windzuführung und in der Anordnung des Herdes.

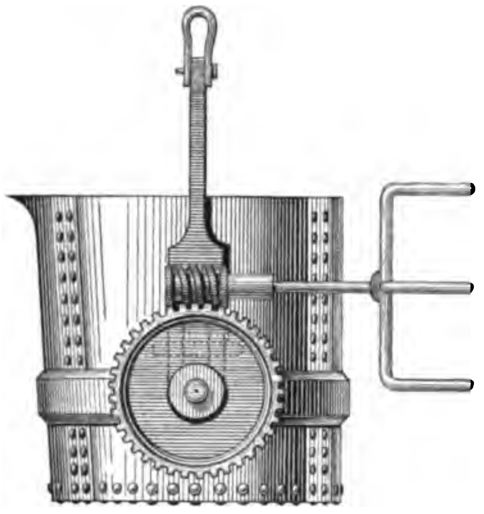
Die Windzuführung geschieht im einfachsten Falle durch eine etwas über der Abstichöffnung seitlich angebrachte Düse. Oft sind es zwei einander gegenüberstehende Öffnungen dieser Art, zuweilen befinden sich dieselben ringförmig verteilt, wohl auch in zwei Reihen übereinander, und endlich wird sogar ein ringförmiger Spalt angeordnet, durch welchen die Luft einströmt. Bei geringer Düsenzahl erhält jede ihr besonderes Zuführungsrohr; bei ringförmiger Verteilung wird der ganze Ofen mit einem aus Eisenblech gefertigten Kanal umgeben, von dem aus sämtliche Düsen gespeist werden, und bei Anwendung eines ringförmigen Spaltes wird die Luft auf besondere Weise eingesaugt, wie wir demnächst eingehender sehen werden.



153. Handpfanne. (Zu S. 67.)

Das tropfenweis niedergehende Eisen sammelt sich entweder auf der Sohle an oder läuft in einen vorgelegten Herd. Im letzteren Fall erhält man (Abb. 151) den Boden frei. Derselbe ist dann mit einer Klappe versehen, die nach Beendigung des gießens geöffnet wird, so daß die Reinigung und Ausbesserung des Ofens leichter erfolgen kann. Erstere besteht in dem ausräumen des glühenden, aus Koks und Schlacke bestehenden Restinhalts, welche Arbeit sonst nach dem ausbrechen der in der Abb. 150 erkennbaren Öffnung mit größerer Mühe vollzogen werden

muß, als wenn der Inhalt einfach nach unten zu befördert werden kann. Dagegen ist der Vorherd nur bei größeren Öfen anwendbar, weil er das geschmolzene Material zu sehr kühlt; bei geringen Mengen ist dies schädlich, während bei größeren Schmelzungen ohnehin eine Abkühlung des Eisens vor dem gießen stattfinden muß.



154. Kranpfanne mit Schneckenantrieb.[3]) (Zu S. 67.)

Eine eigenartige Kombination dieser Anordnungen bildet der Herbertzofen. Dieser (Abb. 152) hat einen abfahrbaren Herd, der ebenfalls mit einer Bodenklappe versehen ist. Derselbe ist während des Betriebes etwas gesenkt, so daß der obenerwähnte ringförmige Spalt a entsteht, durch welchen die Luft einströmt. Das ansaugen derselben wird durch ein Dampfstrahlgebläse b bewirkt, welches gleichzeitig etwa durchbrechende Flammen — die bei dem gewöhnlichen Ofen stets entstehende Gichtflamme — löscht und die Gase ins Freie befördert. Diese Anordnung macht den Ofen unabhängig von der Nachbarschaft und erleichtert deshalb wesentlich die Konzession. — Das Eisen sammelt sich in dem Herd und wird da wie gewöhnlich abgestochen. Der Spalt dient gleichzeitig zum entfernen der Schlacken, welche leicht den Luftzutritt beeinträchtigen. Nach der Beendigung des schmelzens wird die Bodenklappe geöffnet, so daß der Restinhalt des Schachtes in die unter dem Herde befindliche Grube fallen kann, wo er gelöscht wird. Der Herd wird dann auf dem dazu angebrachten Geleise abgefahren, so daß der Schacht leicht zugänglich gemacht wird.

Um das absaugen der Gase zu ermöglichen, wird die Gichtöffnung bei d durch einen gußeisernen Trichter abgedeckt, der durch einen umgekehrten Kegel abgeschlossen werden kann. In den so gebildeten ringförmigen Raum wird das Material aufgegeben, welches beim anheben des Kegels hinabfällt.

Der Betrieb eines solchen Ofens geht folgendermaßen vor sich. Zunächst wird der untere Teil mit Holz angefüllt, dem eine entsprechende Menge Koks folgt. Dann kommt eine bestimmt abgewogene Menge Eisen, dann Koks, zur Flüssigmachung der erdigen Beimengungen etwas Kalk oder Flußspat, Eisen, Koks u. s. w. Das Verhältnis vom Koks zum Eisen ist verschieden und beträgt etwa im Mittel 7 zu 1; und die jedesmal aufgegebene Menge hängt von dem Durchmesser des Ofens ab. Während des anwärmens des Ofens bleiben die Düsen offen und dienen dem natürlichen Luftzug als Weg. Beim Herbertzofen ist zu dieser Periode der Herd gehoben und dadurch der Spalt geschlossen, außerdem noch verschmiert, so daß die Luft durch einige besonders hierfür angeordnete seitliche Öffnungen einströmen muß.

155. Tragbarer chinesischer Schmelzofen.[3]) Nach einem 1680 erschienenen Buche des chinesischen Gelehrten Sung. (Zu S. 67.)



Sobald sich in der bis dahin offengelassenen Abstichöffnung Eisen zeigt, wird diese **abgestopft**; beim Herberzofen wird der Herd gesenkt. Gleichzeitig wird das Gebläse angestellt, und es beginnt nunmehr die eigentliche Schmelzung, deren Fortgang durch **Schaulöcher** oder den Spalt beobachtet werden kann. Während des schmelzens wird oben in genau bestimmter Zeitfolge Eisen, Koks und Kalk aufgegeben.

Hat sich ein genügender Vorrat Eisen angesammelt, so wird „abgestochen“. Mit einer langen spitzen Eisenstange bewaffnet, tritt der betreffende Arbeiter vor den Ofen und stößt oder bohrt ein Loch in den oben erwähnten Thonpfropfen, dessen Reste von dem alsbald hervorbrechenden Strahl mitgerissen werden.



166. Tiegel am Kran.

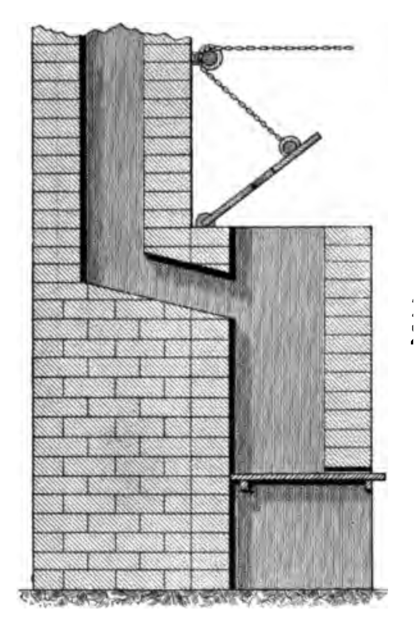
Selten wird dieser Strahl direkt in die Form geführt, sondern zunächst meist in eine **Pfanne** geleitet. Es ist dies ein aus Eisenblech gefertigter und gut mit Lehm oder einer Mischung von Lehm, Formsand, Stroh u. s. w. ausgeschmierter kesselartiger Körper, der in den verschiedensten Größen verwendet wird. Für die kleinen Güsse genügt die Handpfanne (Abb. 153), welche der Gießer unter den Strahl hält und gefüllt zur Form trägt, um sie dort zu entleeren. Sie wird hier von oben her gepackt, oft aber auch seitlich. Schwerere Stücke erfordern entweder die gleichzeitige oder unmittelbar aufeinander folgende Verwendung zweier oder mehrerer Handpfannen oder eine Gabelpfanne, im Vordergrund unserer Tafel dargestellt, welche von zwei oder auch drei Mann getragen wird. Auch hier kann man sich für noch schwerere Stücke durch zusammentragen in mehreren Pfannen helfen. Die großen Gußstücke aber verlangen die Kranpfanne (Hintergrund der Tafel), welche wiederum von einer anderen unterstützt werden kann, zuweilen sogar erst in einen Gießwagen entleert wird, in welchem das Eisen zur Gießform geführt wird. Die hier dargestellte Pfanne wird mit Hilfe der in der Abbildung erkennbaren mächtigen Gabel mit der Hand gekippt. Für noch schwerere Pfannen (Abb. 154) dient ein Schneckentrieb.

Die Größe der Öfen geht von 60 und mehr Zentimeter Durchmesser herab bis zu etwa 30 cm. In China sind die Öfen noch kleiner und haben zuweilen nur Manneshöhe, erinnern also an den alten Ofen (Abb. 145). Nach den Berichten von Sung über chinesische Gewerbethätigkeit sind dort sogar tragbare Öfen (Abb. 155)*), allerdings nur

*) Ledebur, S. 208.

zum Bronzeschmelzen, in Verwendung gewesen. Diese bei uns unbekannten Öfen sind indessen nur für kleine Verhältnisse zu verwenden, in welchen der Tiegel in seine Rechte tritt. Sie können als Übergang angesehen werden zu dem neuesten beweglichen Ofen von Basse & Selve (s. S. 72).

Der Tiegel (Abb. 156) ist ein cylindrisches, etwas bauchiges Gefäß, welches oben zusammengezogen ist und für Gußeisen etwa 30 bis 60 kg faßt. Er steht in einem aufgemauerten Schacht (Abb. 157), von Brennmaterial (Koks) umgeben, auf einem groben, meist nur aus starken Eisenstangen bestehenden Rost, von dem er durch einen als Unterlage dienenden Stein getrennt ist. Es wird der Tiegel dadurch in der besten Glut erhalten, die naturgemäß erst in einiger Entfernung vom Rost sich bilden kann.*) Das Brennmaterial kommt also hier mit dem Metall nicht in Berührung, und letzteres ist möglichst gut gegen die Einwirkung der Luft geschützt. In Amerika, wo man über billiges Gas



157. Tiegelofen.[3])

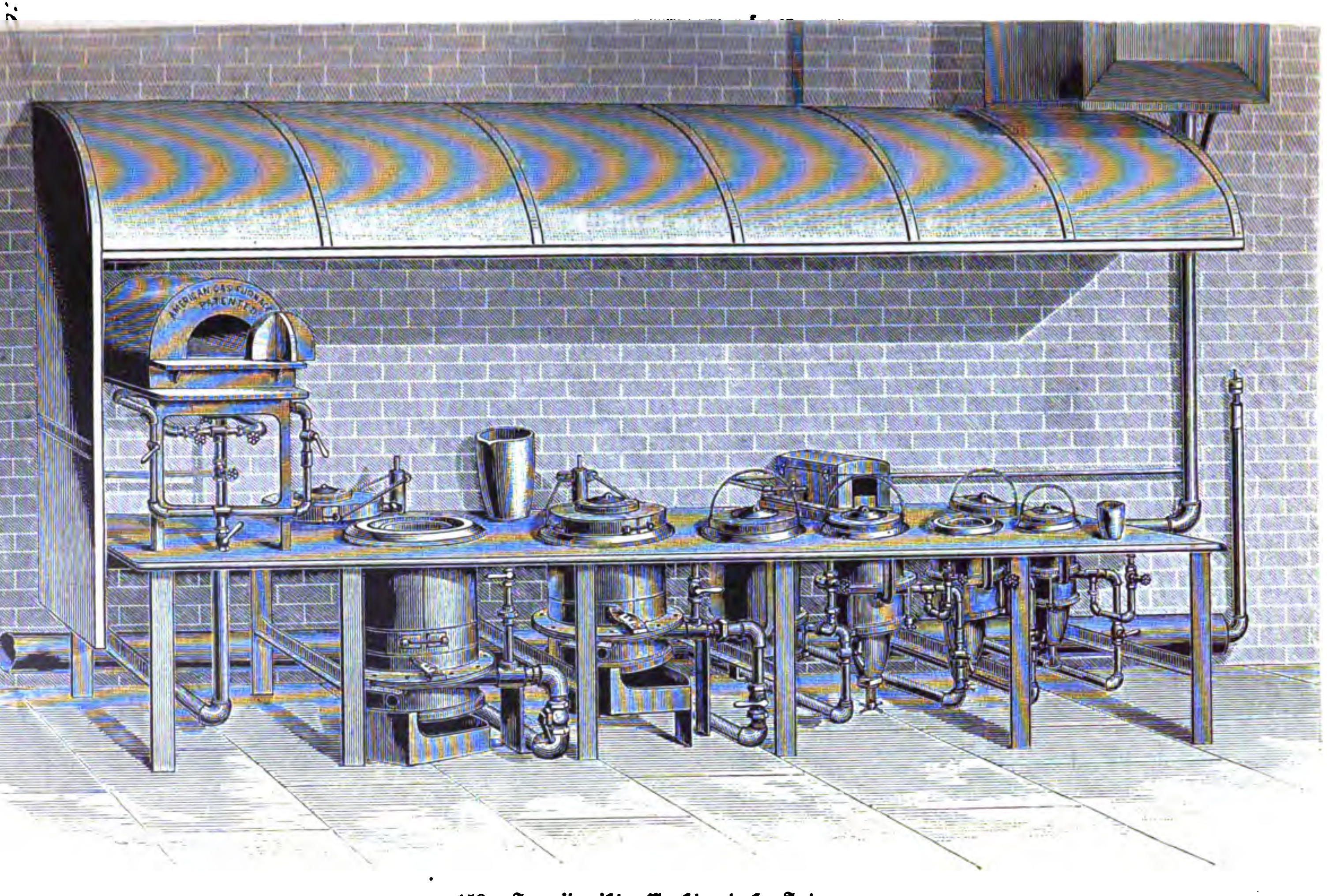


158. Amerikanischer Gasschmelzofen.[3])

verfügt, hat man auch Tiegelöfen mit Gasheizung. Das Gas wird vorher mit eingepreßter Luft gemischt und gibt so eine rauchlose scharfe Flamme. Abb. 158 stellt einen solchen Ofen dar. F ist der Luftzufluß und G das Gasrohr, welche das Rohr H speisen. Dieses führt unter den Tiegel und speist die Flamme. Abb. 159 zeigt eine Anlage von sechs Tiegeln dieser Art. Das Material des Tiegels ist ein Gemenge von leicht gebranntem Thon mit Graphit oder Koks, welche fein gemahlenen Körper sorgfältig gemengt, mit Wasser zu einem knetbaren Teig vereinigt und durch pressen in die gewünschte Form gebracht werden.

Die hierzu verwendeten Tiegelpressen bestehen aus einem der äußeren Form des Tiegels entsprechenden, jedoch oben nicht zusammengezogenen gußeisernen Gefäß (Abb. 160a), in welches zunächst ein entsprechend bemessener Klumpen Tiegelmasse geworfen wird. In diese Masse wird nun der der inneren Tiegelform entsprechende Stempel gepreßt (Abb. 160b), was von Hand- oder Maschinenkraft, in der Regel mit Schraubendruck vollführt wird. Die Tiegelmasse quetscht sich dabei empor und nimmt die Gestalt des

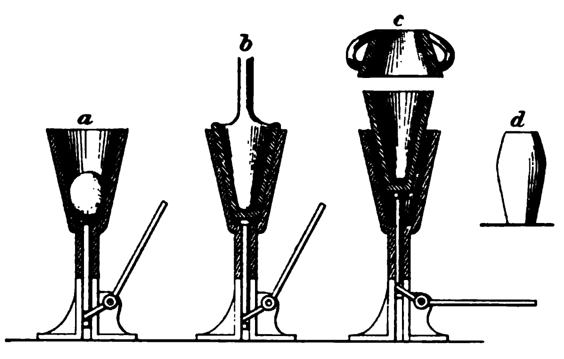
*) Eine eingehende Abhandlung über Tiegelöfen findet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes, 1898, S. 190, Vortrag des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Wedding.



159. Amerikanische Gasschmelzofen-Anlage.

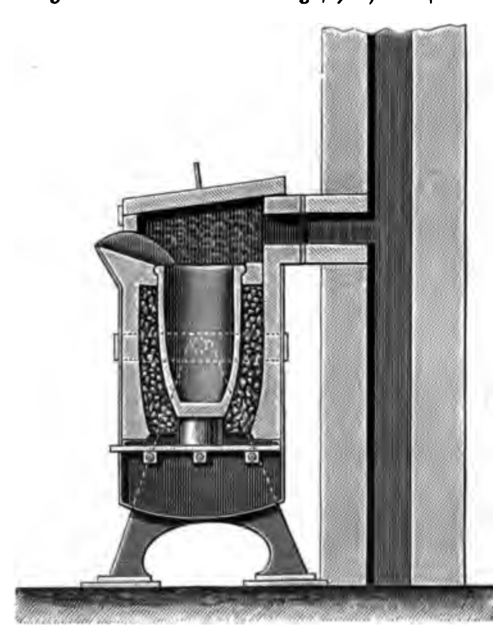
Tiegels an. Der Stempel geht dann nach oben; der Arbeiter schneidet das überflüssige Material ab und hebt den Boden des Preßgefäßes empor (Abb. 160c).

Nunmehr streift er von obenher einen Ring (Abb. 160c) über, wodurch die dem Tiegel eigene, oben zusammengezogene Form entsteht. Diese Arbeiten werden häufig auf einer revolverartig angeordneten zwei- oder auch mehrstelligen Vorrichtung vorgenommen, welche die gleichzeitige Thätigkeit mehrerer Arbeiter gestattet und entsprechend mehr zu liefern imstande ist.



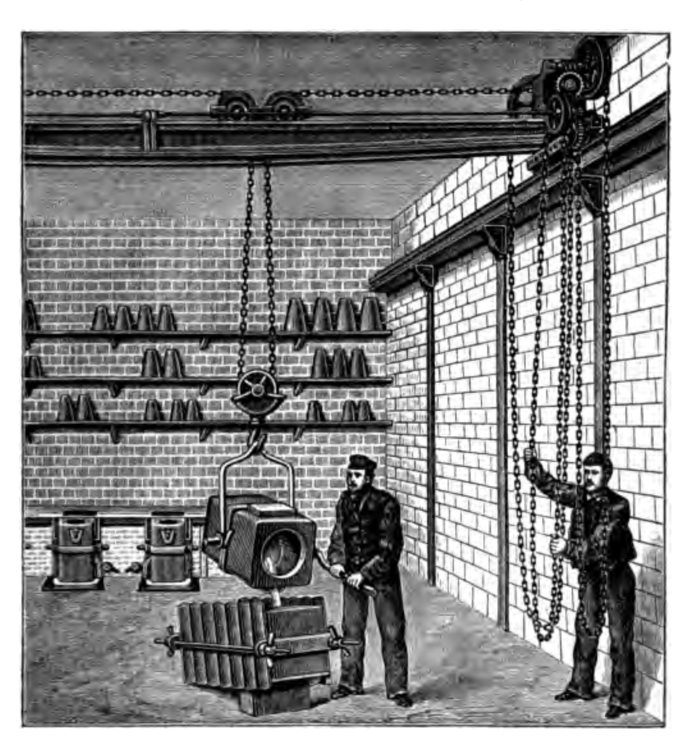
160. Herstellung der Tiegel.

Die Tiegel wandern nun in einen luftigen Raum, in welchem sie die erste Feuchtigkeit abgeben und „lufttrocken" werden. Alsdann kommen sie in den eigentlichen, künstlich erwärmten Trockenraum, in welchem sie lange Zeit zu verweilen haben. Endlich müssen sie leicht gebrannt werden. Dies geschieht in einfachen, von irgend einer Flamme durchschlagenen Öfen. Die nach einer sehr langsamen Abkühlung zum Gebrauch fertigen Tiegel werden in diesem Zustande versandt, soweit sie nicht von der Gießerei selbst gefertigt worden. Immerhin ziehen sie sehr bald wieder aus der Luft Feuchtigkeit an und müssen daher kurz vor dem einsetzen noch einmal gut getrocknet oder vorgewärmt werden. Dies geschieht meist unmittelbar vor dem einsetzen gelegentlich des anwärmens oder anheizens über dem offenen Ofen, oder auch unter dem Rost eines Dampfkessels. Nunmehr geht die Füllung des Tiegels (der Einsatz) vor sich, der aus entsprechend zerkleinerten, 5 bis 10 kg schweren, gut gereinigten Gußbarren besteht, die genau der zu liefernden Ware entsprechend ausgewählt sein müssen, event. unter Zusatz von etwas Kalk oder Flußspat. Der Tiegel wird dann in die Zange genommen, entweder von Hand oder mit Hilfe eines Kranes (Abb. 156) in den Schacht gelassen und auf den „Käse" — jene Unterlage — gesetzt, nachdem die zum anwärmen des Ofens dienenden Holzbrandstücke entsprechend beiseite geräumt worden. Nunmehr wird der Zwischenraum um den Tiegel herum mit Koks ausgefüllt, der Tiegel einigermaßen damit bedeckt und der Schacht zugelegt, so daß die Esse in Wirksamkeit tritt. Der Koks muß in dem Maße, wie er abbrennt, nachgefüllt und auch nachgestoßen werden, damit keine hohlen Stellen entstehen. Nach etwa drei Stunden — je nach der Größe des Tiegels und der Güte des Ofens mehr oder weniger — ist der Inhalt flüssig. Der Schacht wird dann geöffnet, der Rost durch herausziehen einiger Stäbe gelüftet, so daß der Koks einigermaßen durchgestoßen und so der Tiegel frei gemacht werden kann, worauf dieser in derselben Weise, wie er eingesetzt worden, herausgehoben wird. Zum entleeren (gießen) wird oft dieselbe Zange verwendet, oft auch eine besonders hierfür vorgerichtete, welche die Anstellung zweier Arbeiter gestattet, wie bei der Gabel-


161. Tiegelofen.

pfanne (Tafel S. 67). Eine unter Umständen recht zweckmäßige Einrichtung hat der Franzose Piat geschaffen, welcher den Ofen transportabel einrichtet, zum schmelzen an die Esse stellt (Abb. 161) und zum gießen unmittelbar an den Kran hängt, wie in Abb. 162 dargestellt ist. Die Einrichtung ist da von besonderem Vorteil, wo der Tiegel gleich nach dem Gusse wieder angestellt werden soll. Während bei der gewöhnlichen Einrichtung, wie beschrieben, das Feuer jedesmal gestört und dann wieder von neuem in Gang gebracht werden muß, bleibt es bei dem Piatofen in völliger Ordnung und gerät sofort nach der mit der Esse wiederhergestellten Verbindung in vollen Gang.

Diese erst etwa dem letzten Jahrzehnt entstammende Einrichtung erinnert lebhaft an den chinesischen in der Abb. 155 dargestellten Schmelzofen, Schmelz- und Brennmaterial in einem transportablen Gefäß. Noch weiter geht die Analogie dieser Einrichtung mit dem Schmelzofen der Abb. 163 u. 164, der modernsten Schöpfung der Firma Baffe & Selve, welcher mit Gebläse arbeitet und während des Schmelzprozesses in einer Grube steht. Aus dieser wird er, wie der Piatofen, herausgehoben und durch kippen entleert.



162. Hängender Piatofen. Nach Ledebur.

Diese Öfen gestatten einen nahezu kontinuierlichen Betrieb, indem das Feuer nur während der kurzen Pause des gießens unterbrochen wird und gleich wieder in Wirksamkeit treten kann; es kann, wie beim Kupolofen, Brennmaterial und Schmelzmetall dauernd nachgelegt werden. Da ferner der letzte Ofen für größere Mengen, bis zu 500 kg bei einer Schmelzung, eingerichtet ist, so werden wir durch ihn, soweit es die Leistungsfähigkeit angeht, wieder zum Kupolofen zurückgeführt.

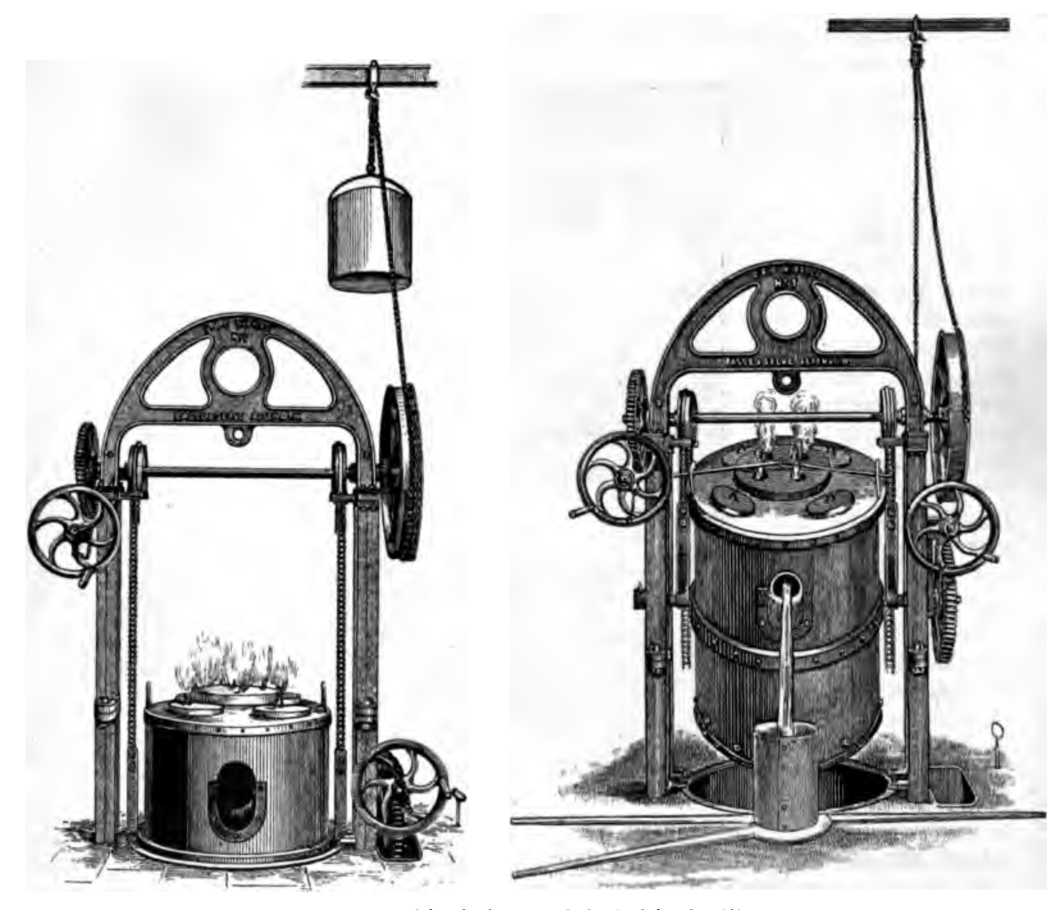
Das Formen und Vergießen.

Die Formerei hat nun die Aufgabe, die zur Aufnahme des geschmolzenen Eisens nötigen Formen herzustellen.

Diese Formen sind für weiche Metalle und solche, welche entweder nicht durch schnelles abkühlen hart werden, oder aber für Eisen, welches hart werden darf oder gar soll, von Metall; für Zinn Schieferstein oder Gußeisen. Masseln, welche hart werden dürfen, und Hartguß, der hart werden soll, auch Stahlguß, welcher noch gewalzt wird, wird ebenfalls in eiserne Formen gegossen. (Coquillen.) Dies Verfahren findet auch beim gießen der Ketten Verwendung, worüber unter dem Kapitel „Ketten" das nähere mitgeteilt werden wird. Auch wendet man metallene Formen in der Gestalt von Teilformen an, d. h. man legt da eiserne Formteile hin, wo der Guß hart werden soll.

Hierher gehört auch das endlose Gießverfahren von Wood in Baltimore, welches lange viereckige gußeiserne Stangen herzustellen bestimmt ist. Die senkrechte Form wird

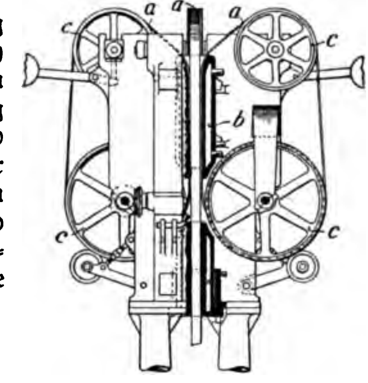
von 4 Stahlbunden, a (Abb. 165), gebildet, welche je über 2 Scheiben, c, laufen. Dieselben gewinnen ihren Halt dadurch, daß sie sich gegen gußeiserne mit umlaufendem Kühlwasser gefüllte Kasten, b, legen, an denen sie sich entlang bewegen. Der so geschaffene senkrechte prismatische Raum wird zunächst unten mit Asbest abgestopft und mit Eisen gefüllt. Sobald dasselbe unten erstarrt ist, beginnen die Rollen ihre Drehung, und die vier Bunde wandern gleichzeitig mit dem gegossenen Eisenkern nach unten, während oben, dem Bedarf entsprechend, Eisen nachläuft. Durch energische Kühlung wird dafür gesorgt, daß das unten vortretende Eisenstück bald kalt werde.



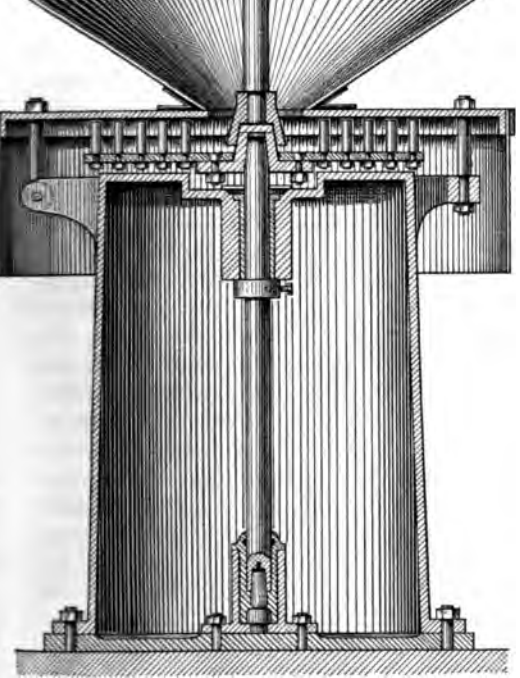
168 u. 164. Schmelzofen von Basse & Selve in Altena.
168 während des Schmelzprozesses. 164 während des Ausgießens.

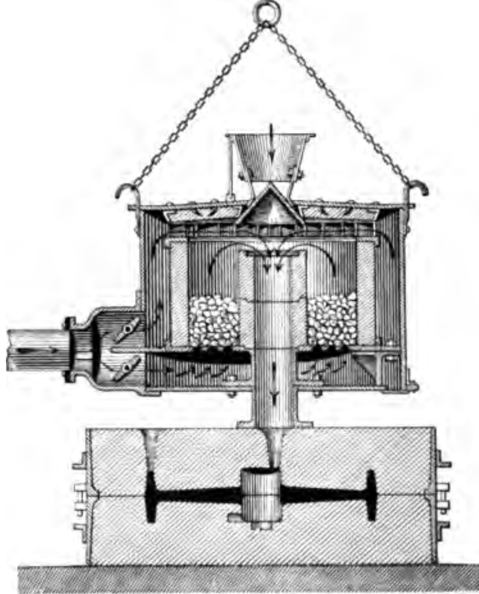
Das Material zur Herstellung der Formen zum weichen Eisenguß ist indessen stets ein Gemenge von Sand mit Thon. Diese Formen gehen durch den Guß verloren und müssen jedesmal neu hergestellt werden. Thon und Sand ergänzen sich gegenseitig in der Weise, daß der eine die Bindekraft, der andere die Durchlässigkeit bewirkt. Eine nur aus Thon bestehende Form würde in den meisten Fällen nicht imstande sein, die sich beim einfüllen der glühenden Masse bildenden Dämpfe und Gase schnell genug herauszulassen; dieselben würden sich einen Weg durch das flüssige Eisen selbst bahnen müssen und dadurch zum spritzen und zu Blasenbildungen Veranlassung geben. Anderseits würde eine aus reinem Sand hergestellte Form keine Widerstandsfähigkeit besitzen und leicht zusammenfallen oder von dem fließenden Eisen weggerissen werden. Formsand mit wenig Thon ist „mager“ und wenig widerstandsfähig; mehr Thon macht den Sand „fett“. Durch

trocknen werden die Formen widerstandsfähiger und luftdurchlässiger. Außerdem geben solche gut getrocknete Formen dem Guß eine weichere Rinde. Nasse Formen machen die Oberfläche des Gusses hart, oft bis zur Glashärte. — Die Luftdurchlässigkeit wird vermehrt durch Beimengung organischer Stoffe, welche die Masse nicht nur an sich lockern, sondern auch bei der Berührung mit dem Guß verkohlen und so feine Wege für den Abzug der nachdrängenden Gase schaffen. Lehm, durch Sand und organische Stoffe verunreinigter Thon, ist daher ein gutes Material für Formen, welche durch trocknen eine große Widerstandsfähigkeit erhalten, und wird dann noch mit Kuhhaaren, kurzem Pferdemist, gehackter Putzwolle und ähnlichen Körpern gemischt, welche in der beschriebenen Weise lockernd wirken sollen.



165. Gießform für endlose Gußstücke.

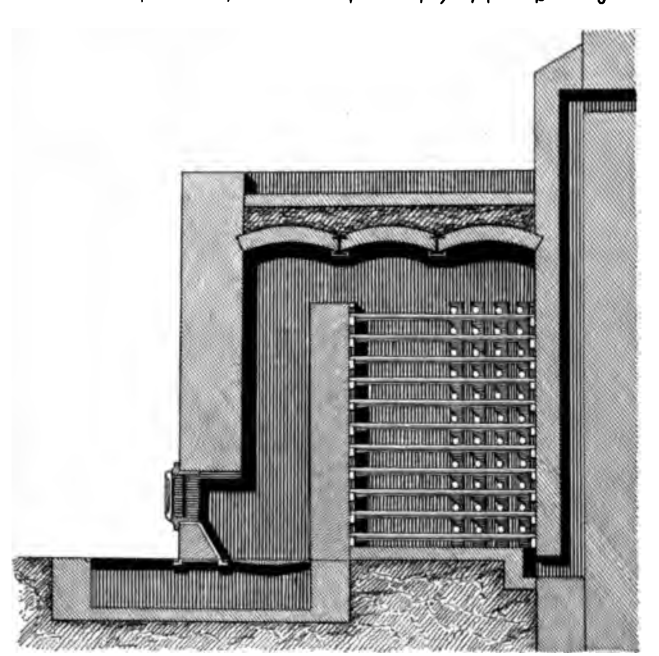

166. Formsandmischmaschine.


167. Trocknen der Form.

Zum formen kann nur bereits gebrauchter Sand verwendet werden, der nur mit einem geringen Teil frischen Formsandes gemischt wird. Dieses mischen muß möglichst innig geschehen. Für kleinere Verhältnisse und geringere Ansprüche genügt das sieben. Die guten Gießereien haben Formsandmischmaschinen, bei denen der Sand durch schlagen fein gemischt und außerordentlich gelockert wird. Abb. 166 zeigt eine solche Maschine, welche von oben her getrieben wird. Der Sand wird in den Trichter geschüttet und gelangt von dort auf eine schnell umlaufende, mit vielen Stiften besetzte Scheibe, welche er vermöge der Zentrifugalkraft zu verlassen bestrebt ist. Indem er diesem Streben folgt, wird er von den nach außen folgenden Stiften getroffen und so in gewünschter Weise gemischt und gelockert.

Das **trocknen** der Formen geschieht in verschiedener Weise. Die einfachste Art besteht in dem auflegen von Blechen auf die offenen Sandflächen, welche mit brennenden

Kohlen bedeckt werden, die man wohl durch anfachen glühend erhält. In der Neuzeit verwendet man besonders für diesen Zweck eingerichtete Öfen mit Gebläse, wie in Abb. 167 dargestellt, welche die heißen Abgase in die geschlossene Form oder durch dieselbe hindurchtreiben. Schärfere Trocknungen werden im Trockenofen bewirkt, in welchen die fertigen Formen hineingefahren werden. Diese Öfen enthalten im einfachsten Fall eine vorgelegte oder eingebaute Feuerung, deren Abgase den Raum durchziehen und so unmittelbar ihre Wärme an die Formkästen abgeben. Andere Trockenkammern sind mit mittelbarer Feuerung versehen (Abb. 168). Die Feuerkanäle liegen unter dem Boden oder laufen in Röhrenform an den Wänden entlang. Endlich läßt man auch die Gase erst in Kanälen unter dem Boden entlang und dann durch den Raum ziehen. Die Kammern sind meist mit Geleisen versehen, so daß die zu trocknenden Formen oder Kerne, wie wir weiter unten sehen werden, bequem ein- und ausgefahren werden können.

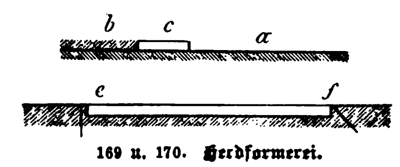


168. Trockenkammer.[3])

Die Herstellung der Formen ist überaus verschieden und umfaßt Arbeiten der denkbar einfachsten Art bis zur völligen Kunstfertigkeit.

Die einfachste Art ist die Herdformerei, wie wir sie schon bei der geschichtlichen Darlegung der Gießerei kennen gelernt haben. Hier müssen sogenannte Modelle vorausgesetzt werden, welche, einmal ausgeführt, immer wiederabgeformt und abgegossen werden können. Aber es gibt für noch einfachere Formen auch noch einfachere Wege und dies dann, wenn eben nur glatte brettartige Gegenstände herzustellen sind. Der Former macht sich in diesem Falle zunächst einen „Herd" (Abb. 169, a) zurecht und bildet sich die Ränder, b, dadurch, daß er Sand an einer Leiste, c, die er sich zurecht legt, aufhäuft und festdrückt. Nach dem entfernen der letzteren bleibt die Form, etwa eine viereckige Vertiefung (Abb. 170), zurück.

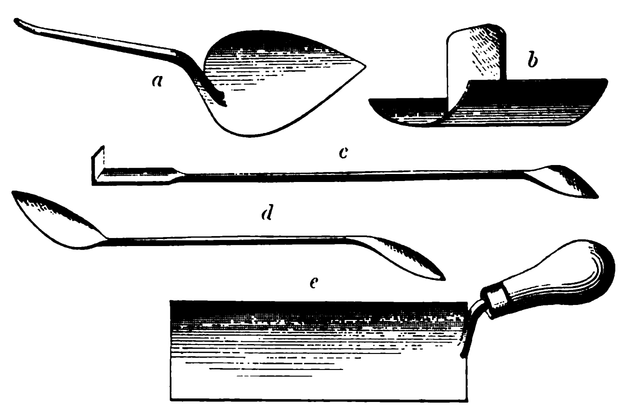
Um den Sand zu glätten, zu entfernen oder sonst modellierend zu behandeln, braucht er in der Regel nur 5 Werkzeuge: das Streichblech in verschiedenen Formen, Abb. 171, a u. e, das Rund- oder Polierblech, b, den Sandhaken, c, die Lanzette, d, und den Pinsel, denen sich bei komplizierteren Formen noch andere ähnliche und oft den persönlichen Gewöhnungen entsprechende Werkzeuge zugesellen. Der Pinsel dient nach sonstiger Fertigstellung der Form zum annässen der Ränder, wodurch dieselben die erforderliche Haltbarkeit erlangen. Diese muß zuweilen vermehrt werden durch einstecken von feinen Nägeln oder Haken, wie in Abb. 170e und f angegeben. Die in dieser Abbildung dargestellte Form bleibt offen und gibt den Herdguß. Wird der Boden nicht durch einfaches abstreichen und glätten, sondern durch eindrücken von vorgeformten Körpern, Modellen, gebildet, in welchem Falle die Randbildung unmittelbar an diesem Modelle erfolgt, also ohne die



169 u. 170. Herdformerei.

Leiste der Abb. 169, so gelangen wir zu dem Wege, auf welchem jene alten Ofenplatten (Abb. 146, S. 62) erhalten werden.

Der Rücken — die obere freie Fläche — solcher Körper erscheint nun uneben. Soll derselbe glatt werden, so muß ein Kasten aufgesetzt werden, der im einfachsten Fall für sich mit Hilfe einer geraden Leiste abgestrichen werden kann. Man kann also auf diese Weise ohne Modell ein überall glattes event. sogar profiliertes oder sonst verziertes Brett erhalten, wenn die angewendeten Leisten entsprechend bearbeitet werden. Es ist dies das Formen „mit halbem Kasten". Die Form besteht also aus dem Herd (Abb. 170) und dem umgekehrt aufgelegten Deckkasten oder „Oberkasten", wie in Abb. 172 dargestellt ist. Damit dieser eine feste Lage erhält und nach etwa notwendig gewordenem abheben wieder genau in derselben Lage aufgesetzt werden kann, schlägt der Former Pflöcke (Abb. 172) ein. Zum einführen des Gusses wird der „Einguß" p, und zum abführen der Luft der „Steiger" q angeordnet. Letztere werden an die höchsten Stellen der Hohlform, oft zu mehreren gesetzt und unterbleiben nur bei kleinen Güssen. Auch die Eingüsse werden zuweilen mehrfach angebracht und zwar dann, wenn aus mehreren Pfannen gleichzeitig gegossen werden muß. Dies ist entweder erforderlich, wenn die vorhandene Pfanne für den beabsichtigten Guß nicht genügt, oder wenn man der Ausdehnung oder Feinheit des herzustellenden Gußstückes wegen oder vielleicht auch wegen mangelnder Flüssigkeit des Eisens befürchten muß, daß die Form von einem Punkt aus nicht ausfließe. Einguß und Steiger werden einfach dadurch hergestellt, daß man etwas konische Pflöcke mit einstampft, welche vor dem zulegen herausgenommen werden und die betreffenden Höhlungen zurücklassen.

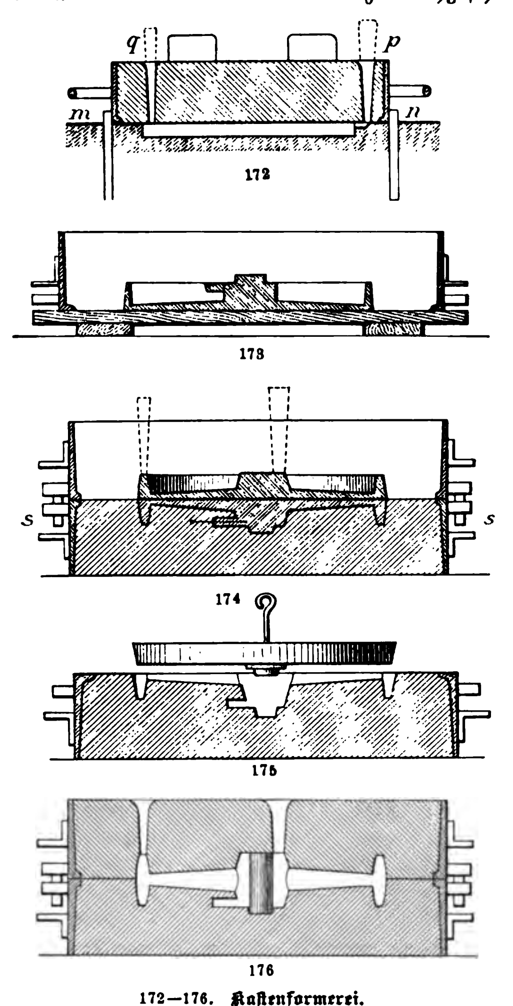


171. Formerwerkzeuge.
a, e Streichblech, b Rundblech, c Haken, d Lanzette.

In den meisten Fällen gehören zur Herstellung einer Gießform zwei Kästen, welche für sich aufgestampft werden. Der Oberkasten ist dann in der Regel nicht nur Deckkasten, sondern enthält einen Teil des Modelles. Für diesen Fall muß das Modell von der Trennungsebene der Kästen ab konisch zugearbeitet werden, auch nach oben, damit es sich gut aus dem Sande herausheben läßt. Kleine Stiftchen (Dübel) sorgen für die erforderliche Unverschiebbarkeit. In den Abb. 173 bis 176 ist das formen einer Riemenscheibe dargestellt, bei welchem die meisten der üblichen Vorgänge in die Erscheinung treten. Das Modell besteht aus zwei Hälften, weil die Scheibe zu breit, das Modell also zu hoch ist, um den Oberkasten mit Sicherheit gut abheben zu lassen; jeder Kasten hat also sein halbes Modell. Der Former legt zunächst eine Hälfte auf ein Brett, welches mit Vertiefungen versehen wird, wenn das Modell uneben geteilt werden mußte, setzt den Unterkasten verkehrt darüber (Abb. 173) und stampft auf, dreht das ganze Brett mit Kasten um, wobei beides meist gehörig verklammert werden muß, damit es schön zusammenbleibt, und nimmt dann das Brett ab. Die Oberfläche des Sandes wird nun mit Hilfe des Streichbleches und event. der Lanzette schön geglättet und dann mit feinem trockenen Sand, Ziegelmehl oder einem ähnlichen Körper bestreut, welcher das anhaften des Sandes des Oberkastens verhindern soll. Dann wird dieser aufgesetzt und aufgestampft (Abb. 174). Zum aufstampfen nimmt man zunächst besonders gut vorbereiteten, d. i. gut gemischten, fein gesiebten und lockeren Formsand, dem etwas frischer Sand und Kohlenpulver zugesetzt worden ist. Dieser wird an das Modell gebracht und gleichmäßig, nicht zu fest und nicht zu lose, angestampft. Dann wird weniger sorgfältig vorbereiteter Formsand ver-

wendet, bis der Kasten voll ist. Zu geeigneter Zeit, wenn genügend Sand zum halten der Pflöcke vorhanden ist, werden diese für Einguß und Steiger eingesetzt, wie in Abb. 174 angegeben ist, und durch andrücken von Sand vorläufig befestigt, bis sie durch die zunehmende Füllung festen Halt erhalten haben.

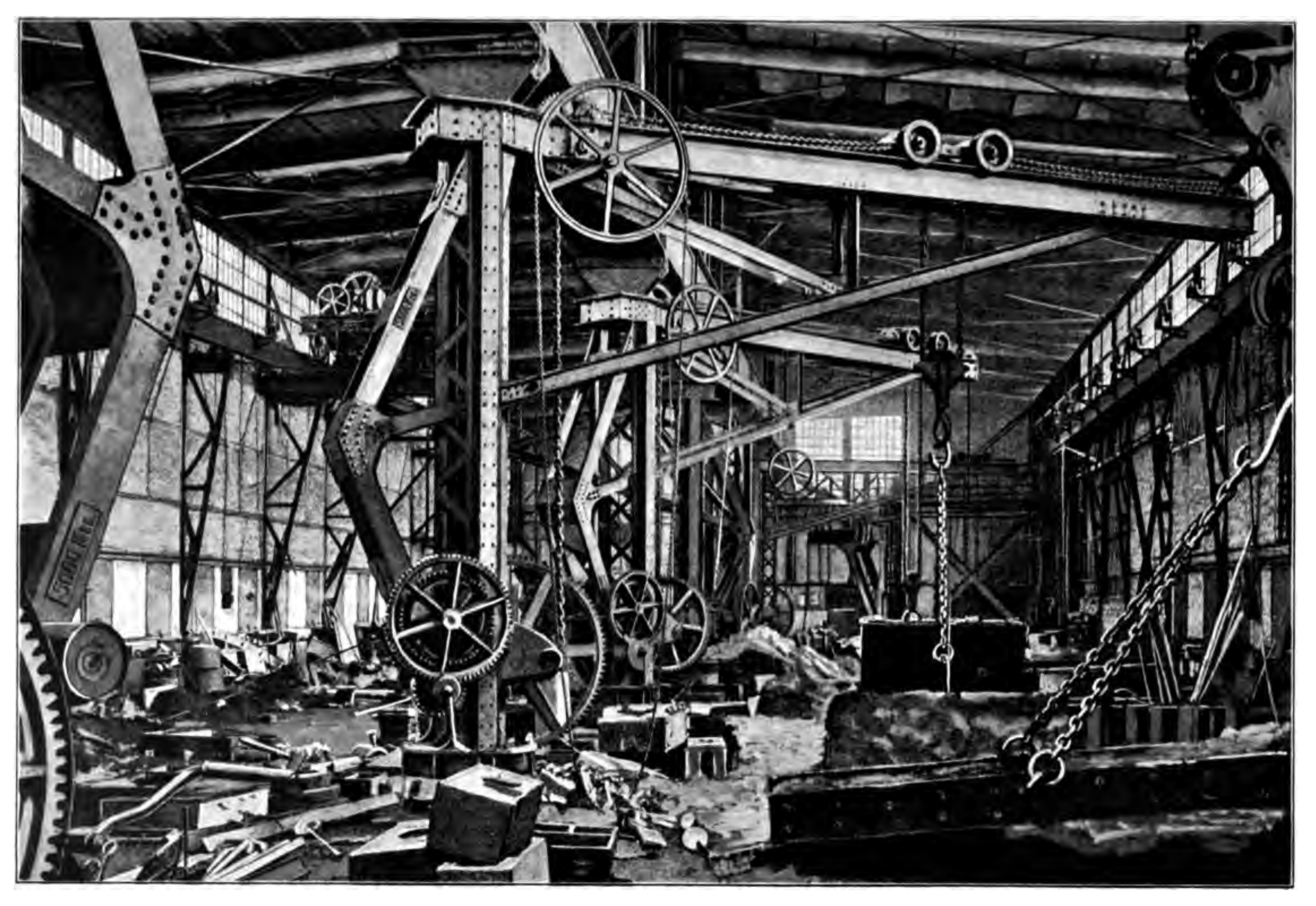
Das Stampfen geschieht mit Hilfe hölzerner kurzer, oft längerer, auch wohl der besseren Wucht wegen mit Gußknöpfen versehener „Stampfer" (Abb. 178 u. 179), mit deren unterem Ende der ab und zu nachgeschüttete Sand festgetrieben wird. Hierzu gehört eine besondere Übung. Wird zu lose gestampft, dann fällt der Kasten, wenn er aufgehoben wird, leicht aus; der Sand gibt auch dem Drucke des flüssigen Eisens nach, und das Gußstück bekommt Beulen oder Auftreibungen. Wird zu fest gestampft, dann kann das durch die Hitze des flüssigen Eisens sich bildende Gas nicht entweichen und der Guß „kocht", wird blasig.



172—176. Kastenformerei.

Kleine und leicht zu hebende Kästen werden auf Tischen aufgestampft, vor denen der Former steht, wie uns die Abb. 189 darstellt. Die Stampfer sind hier meist kurz, werden auch zuweilen, namentlich gegen Ende der Arbeit, durch gußeiserne Kugeln ersetzt, welche auf dem Sande hin- und hergerollt werden. Für schwere Formerei ist dies nicht angängig. Hier stehen die Kästen unmittelbar auf dem Boden, der durch den Formsand gebildet wird (Grundformerei).

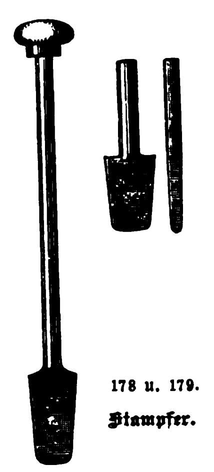
Nachdem nun auf die eine oder die andere Weise auch der Oberkasten aufgestampft worden, werden die Einguß- und Steigerpflöcke vorsichtig herausgezogen und die Kanten der so entstandenen Löcher schön abgerundet und geglättet; dann, wohl auch vor dem herausnehmen von Steiger und Einguß, muß noch „Luft gestochen" werden, um den sich bildenden Gasen leichten Abzug zu verschaffen. Es geschieht dies mit Hilfe einer spitzen, langen Nadel, dem Luftspieß, welche recht häufig tief, bis auf das Modell, in den Sand gestochen wird. Nunmehr wird der Oberkasten vorsichtig abgehoben und umgedreht abgesetzt. Um die beim abheben stattfindende Bewegung zu sichern, werden die Stifte, s (Abb. 174), mit denen der eine Kasten in den anderen eingreift, etwas lang gemacht und auch einigermaßen passend eingerichtet, so daß Lockerungen möglichst vermieden werden. Außerdem gilt beim abheben und wiederzulegen die Regel, immer nach links zu drehen, damit der Oberkasten trotz der Lockerungen der Stifte, genau wieder in derselben Lage aufgesetzt wird, wie er aufgestampft worden. Unterlassungen dieser Regel ergeben ein versetzen der Form, was sich am Gußstück durch oft recht ärgerliche Unebenheiten erkennbar macht. War das Modell ungeteilt, so blieb es im Unterkasten liegen. Das abheben mußte dann um so vorsichtiger geschehen, je weiter das Modell in den Oberkasten hineinragte. Im vorliegenden Fall nahmen wir ein geteiltes Modell an, so daß



177. Eisengießerei der Gutehoffnungshütte in Sterkrade.

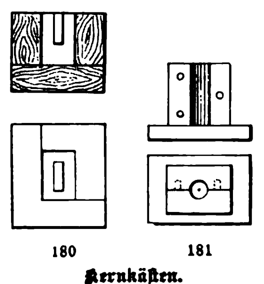
jede Hälfte in ihrem Kasten liegt und nunmehr herausgehoben werden kann. Bevor dies geschieht, werden, wie bereits erläutert, die das Modell berührenden Sandränder etwas mit einem Pinsel angefeuchtet, so daß sie eine größere Festigkeit erhalten, oder, wie der Former sagt, besser stehen. — Ist das Modell schwer, so wird es im Oberkasten auch wohl durch eingestampfte Schrauben befestigt, die dann wieder herausgedreht werden.

Modelle, welche viel gebraucht werden, sind mit Blechscheibchen versehen, in welche der Former behufs des herausheben Schrauben einsetzt, um dasselbe sicher handhaben zu können. Im anderen Falle begnügt er sich damit, einen spitzen Eisenstab in das Holz zu treiben, so daß er im stande ist, es mit Hilfe desselben herauszuheben. Um dies zu erleichtern, wird an diesen Stab, in den verschiedensten Richtungen, seitlich geklopft, wodurch das Modell im Sande gelockert wird. Diese Lockerung vergrößert den Abguß und hebt die Wirkung des Schwindens bei kleineren Gußstücken auf.



178 u. 179. Stampfer.

In dem vorliegenden Falle steht dem herausheben des Modelles aus dem Unterkasten der kleine Ansatz (Abb. 174) entgegen, welcher sich nicht ohne weiteres herausheben läßt, ohne die Form aufzureißen. Aus diesem Grunde ist derselbe lose an das Modell angesetzt und nur durch einen Stift damit verbunden. Dieser Stift wird während des aufstampfens zu geeigneter Zeit herausgezogen, so daß nunmehr Modell und Ansatz getrennt sind und letzterer beim herausheben des ersteren liegen bleibt. Nachdem das Modell entfernt worden, läßt sich jenes Stückchen leicht nach innen mit Hilfe einer Spitze herausbefördern, so daß nunmehr die Form in der gewünschten Weise hergestellt ist. Man sieht, daß dies nur dann möglich ist, wenn Raum für dies Modellstück vorhanden ist. Würde letzteres länger sein, als es die Höhlung, hier der Nabe, gestattet, so muß ein Kernstück angefertigt werden. Abb. 180 zeigt einen hierzu erforderlichen, aus Holz gefertigten, leicht auseinander zu nehmenden Kasten, welcher mit fettem Formsand oder einer besonderen hierzu gemischten Masse Kernsand, meist mit gepulvertem Kolophonium ꝛc. versetzt, vollgestampft und in einem heißen Raum oder auf einer heißen Platte getrocknet worden ist. Dieses Kernstück muß dann so in den Sand eingelegt werden, daß der Ansatz genau in die richtige Stelle kommt. Das Modell wird in einem solchen Falle mit einer entsprechenden sogenannten Kernmarke versehen, welche nach dem herausheben den erforderlichen Raum für das einlegen des Kernstückes schafft.

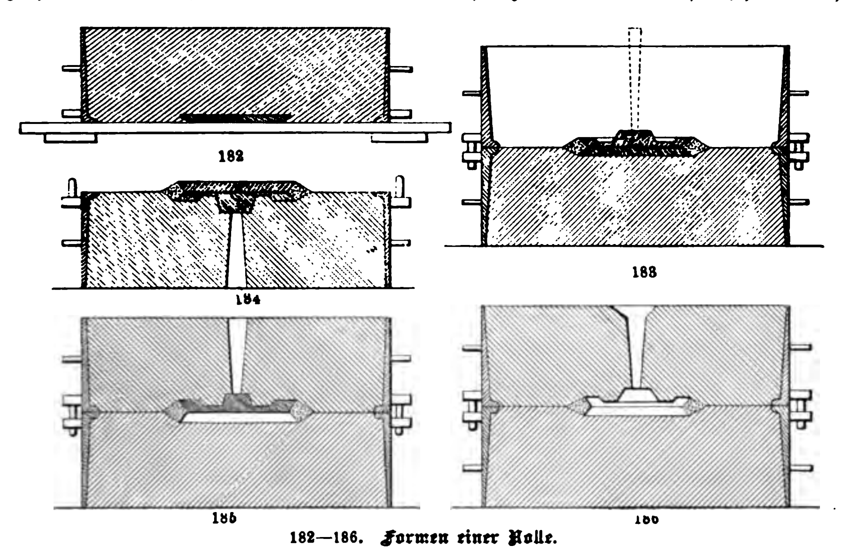


180 181 Kernkästen.

In der Regel werden die Riemenscheiben gleich beim Guß mit einem Loch versehen, welches an der Planscheibe der Drehbank ausgebohrt wird. Wenn ein solches Loch recht weit und kurz ist, so kann es wohl bereits am Modell angebracht werden, so daß es durch einen sich beim aufstampfen bildenden Sandkern erzeugt wird. Meistens werden jedoch derartige Löcher durch einlegen von Kernen gebildet, welche in besonderen Kernkästen, wie es bereits für Bildung des Nabenansatzes gezeigt, aufgestampft werden. Ein solcher Kernkasten ist in der Abb. 181 dargestellt. Er besteht aus zwei Hälften, welche, um ihre gegenseitige Lage zu sichern, miteinander verdübelt sind und je die betreffende halbe Höhlung enthalten. Sie werden auf ein Brett gestellt und mit der uns bereits bekannten Kernmasse vollgestampft, häufig zugleich mit einem eisernen Stift, der nach dem aufstampfen wieder herausgezogen wird. Die dadurch gebildete kleine Höhlung erleichtert den Abzug der Gase, für welche nach dem einsetzen des Kernes wohl auch noch ein besonderes Loch mit Hilfe des Luftspießes geschaffen wird. Der Kern wird wieder scharf getrocknet und vor dem zulegen eingesetzt. Um seine Lage zu sichern, ist das Modell wieder, wie früher erläutert, mit einer Kernmarke versehen, welche in der Form eine zur Aufnahme des unteren Endes geeignete Höhlung schafft. Der Kernkasten muß also um soviel länger, als die Nabe sein, wie diese Kernmarke vorsteht.

Derartige Kernmarken, wie wir sie oben auch für andere Zwecke als erforderlich erkannt haben, werden schwarz angestrichen, damit sie der Former sofort und ohne weitere Erläuterung als solche erkennt und sich auch nach dem dann notwendigen Kernkasten umsieht. Im anderen Falle könnte es leicht vorkommen, daß die betreffenden Ansätze voll abgegossen würden.

Sind nun so auf die eine oder andere Weise die beiden Kästen fertiggestellt worden, so wird „zugelegt", d. h. der Oberkasten wird vorsichtig, wieder unter Linksdrehung, aufgesetzt. In vielen Fällen ist die Form nunmehr zur Aufnahme des Gusses bereit. Wenn indessen zwischen den äußersten Punkten des Modelles und dem Kasten nur wenig Raum vorhanden ist, dann liegt die Gefahr vor, daß der Guß durchbricht. Man verschmiert dann den zwischen den Rändern des Kastens befindlichen Spalt zuvor noch mit Lehm. Die Gefahr des Durchbrechens wird vergrößert, wenn der Oberkasten sehr hoch ist, wodurch der Flüssigkeitsdruck vermehrt wird. Eine andere Gefahr liegt in der Möglichkeit, daß der Kasten durch diesen Flüssigkeitsdruck gehoben wird, was sowohl von der Höhe des Oberkastens als auch von dem horizontalen Metallquerschnitt abhängt.



182—186. Formen einer Rolle.

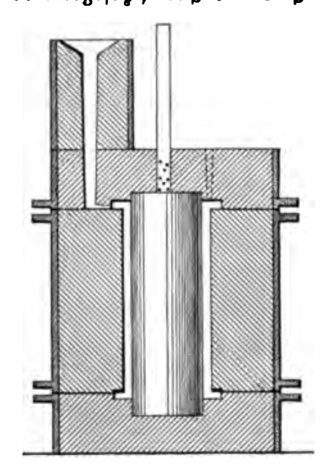
Dieser Querschnitt, multipliziert mit der Tiefe desselben, unter der obersten Stelle des Eingusses, mißt den Druck, mit welchem der Oberkasten gehoben wird, und die erforderliche Belastung muß gleich sein dem Eisengewicht dieses Volumens, wobei das Gewicht des Oberkastens in Abzug gebracht werden kann. Aus diesem Grunde werden die Formkästen entweder verklammert oder, wie in Abb. 172, mit Gußstücken belastet, von denen in den Gießereien stets eine größere Zahl vorrätig gehalten wird. Dieselben haben oft zwar einfache, aber doch zum aufheben geeignete Formen und sind, falls sie durch Kräne bewegt werden müssen, mit Ösen zum anhängen versehen.

Nunmehr kann das gießen vor sich gehen, wobei nur noch wenige Maßregeln zu beachten sind. Das Eisen muß zunächst die richtige Temperatur haben. Feine Sachen gießt man heiß, damit man sicher ist, daß das Eisen bis in die fernsten Ecken fließt. Größere Gußstücke erfordern matteres Eisen, so daß oft längere Zeit gewartet wird, bis die Pfanne gekippt, der Guß vollzogen wird.

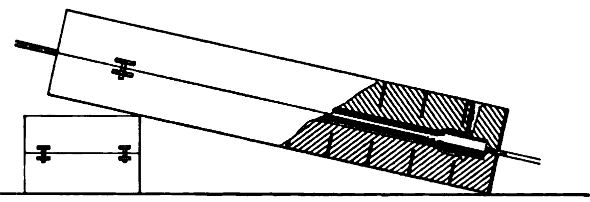
Nicht alle Modelle lassen sich in der oben beschriebenen Weise abformen; manche erfordern besondere Kunstgriffe. Es findet dies namentlich dann statt, wenn das Modell in der Mitte eingezogen ist, so daß sich die eingestampften Hälften nicht herausheben lassen. Im einfachsten Fall kann man noch mit zwei Kästen auskommen. Abb. 182 bis 186 zeigen eine in Guß herzustellende Rolle. Der Former stampft zunächst den Unterkasten auf (Abb. 182), nachdem er die untere Hälfte des Modelles umgekehrt auf

das Stampfbrett gelegt hat. Dann dreht er das Ganze um (Abb. 183), höhlt eine ringförmige Grube aus, bestreut die schön geglättete Fläche mit trockenem Sand, legt die obere Modellhälfte auf und bildet dann den in den Abb. 183 bis 186 erkennbaren Sandkern. Dann setzt er den Oberkasten darüber und stampft ihn mit dem Eingußholz zusammen auf. Nunmehr wird das Ganze umgedreht und der Unterkasten (Abb. 184) abgenommen, worauf sich die untere Modellhälfte, die jetzt oben liegt, entfernen läßt. Dann wird der Unterkasten wieder aufgesetzt, das Ganze abermals umgedreht (Abb. 185), wieder auseinander genommen, nach dem entfernen der oberen Modellhälfte wieder zugelegt und damit zum gießen fertiggestellt.

Ist die eingezogene Stelle des Modelles zu breit, um bei Anwendung von nur zwei Kästen einem Sandkern Raum zu gestatten, so gibt man demselben einen eigenen Kasten, arbeitet also dreiteilig. Bei mehreren Einziehungen sind entsprechend mehr Zwischenkästen zu verwenden. Abb. 187 zeigt einen dreiteiligen Kasten, welcher die Gußform zu einem besonders hohen eingezogenen Stück abgibt. Bei demselben wird vorausgesetzt, daß der Guß aus irgendwelchen Gründen stehend vollzogen werden soll. Derartige Gründe können in dem Wunsche liegen, den Guß recht dicht zu erhalten, in welchem Fall man wohl auch noch einen „Kopf" aufsetzt, um die Drucksäule recht hoch zu machen. Auch der Umstand spielt hier häufig eine große Rolle, daß der Guß oben häufig durch Blasenbildung und nach oben schwimmende Unreinigkeiten, Schlacke 2c. leidet. Liegen derartige Rücksichten nicht vor, dann würde man das Rohrstück der Abb. 187 liegend gießen, wie in



187. Dreiteiliger Kasten.

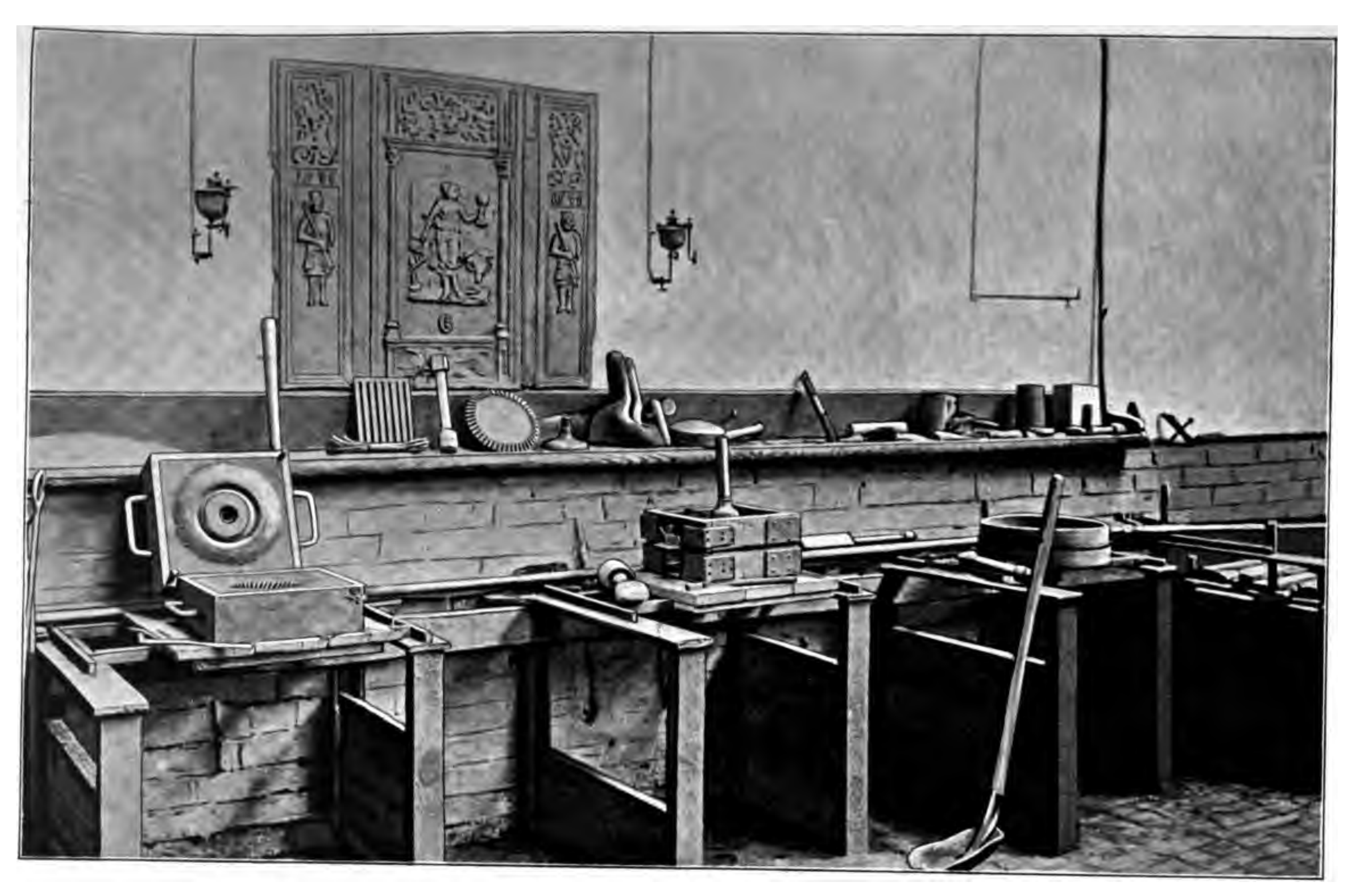


188. Rohrkasten.

der Abb. 188 angegeben. Dies führt uns auf die Rohrgießerei. Auch hier gießt man in liegende und stehende Formen.

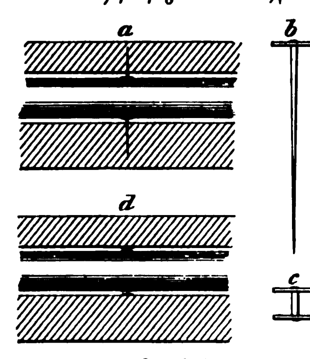
Die Herstellung der Formen zum gießen der Rohre unterscheidet sich wenig von der bisher beschriebenen Methode. Die Modelle bestehen hier aus Gußeisen und sind sauber gedreht, damit auch der Guß recht schön glatt werde. Sie sind nur bei größeren Rohren geteilt, da sich ein cylindrischer Körper leicht aushebt. Besondere Sorgfalt erfordert die Herstellung der Kerne, welche möglichst rund und glatt sein müssen, damit die Wandstärke recht gleichmäßig ausfalle. Dieselben erhalten zunächst, wie alle längeren Kerne, eine Spindel, d. i. ein schmiedeeisernes vielfach durchlochtes Rohr, welches etwas länger ist, als der zum formen des zu gießenden Rohres dienende Formkasten. Dieser wieder erhält an seinen Enden halbkreisförmige Ausnehmungen, durch welche die Spindel beiderseitig hinausragt. Der Durchmesser der Spindel ist etwa 2 bis 4 cm geringer, als die lichte Weite des Rohres. Auf die Spindel wird ein angefeuchtetes, vielleicht auch schon mit Lehmbrei durchtränktes Strohseil gewunden, wozu eine sehr einfache Vorrichtung verwendet wird. Dieselbe besteht aus zwei Böcken, auf welchen die Spindel liegt, und einer Kurbel, welche auf die hierzu vorbereitete Spindel gesetzt wird.

Hat die Spindel, welche für große Rohrweiten oft aus Stäben zusammengesetzt werden muß und dann besondere Gestelle erfordert, ihr Strohkleid erhalten, so wird sie mit einem Gemenge von Lehm, Formsand und Kurzzeug, gehackte Putzwolle, Pferdedung 2c., belegt, mit Hilfe einer vorgelegten Schablone sauber abgestrichen und unter Wiederholung dieses Vorganges geglättet, worauf sie in einen Trockenraum gelangt.



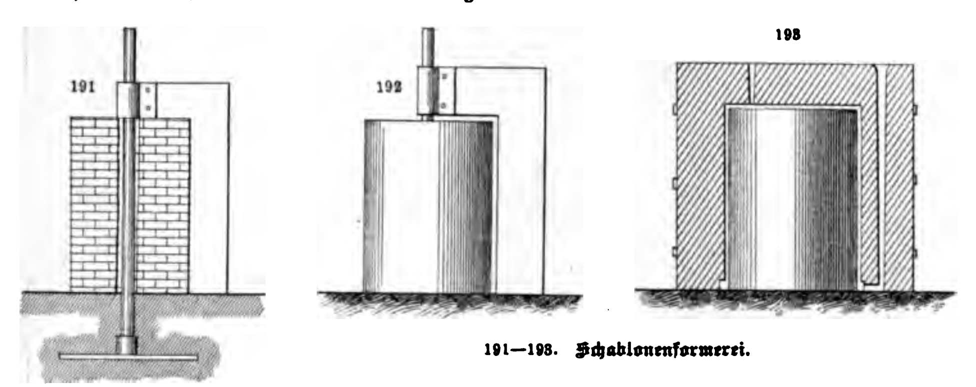
189. **Tischformerei.** (Zu Seite 76.)

Vor dem einlegen wird sie mit Graphitwasser bestrichen und nachgetrocknet. Um, namentlich bei horizontaler Lage des Kastens, die Spindel gut in der Mitte zu halten und dem durchsenken entgegenzuarbeiten, werden Kernstützen in die Form gedrückt (Abb. 190 a—d), welche natürlich genau zu bemessen sind. Solche Kernstützen finden, wie die in der Abb. 171 erkennbaren Formerstifte oder Formerhaken, vielfach in der Formerei Verwendung. Sie bestehen (Abb. 190 b) aus einem spitzen Eisenstift von 4—5 mm Dicke und einem aufgenieteten Blechplättchen und werden häufig mit diesem verzinnt. Auch nietet man wohl, c, zwei Blechplättchen in der richtigen Entfernung, Metallstärke des Rohres, zusammen und legt die so gebildete Stütze so ein, daß der Kern darauf zu liegen kommt. — Das aufstampfen der Rohrkästen, sowie das zulegen und verklammern derselben bietet keine Sonderheiten, so wenig wie das folgende scharfe trocknen und das gießen. Um jedoch die oben beregten Übelstände zu vermeiden und einen reinen, gleichmäßigen Guß zu erhalten, gießt man die Rohre vielfach schräg (Abb. 188) oder senkrecht, zu welchem Zwecke die eigentlichen Rohrgießereien mit besonderen Einrichtungen zum heben und lagern der Formkästen versehen sind. — In einigen Gießereien geschieht das gießen, wie bereits oben bemerkt, direkt vom Hochofen aus.



190. Kernstützen.

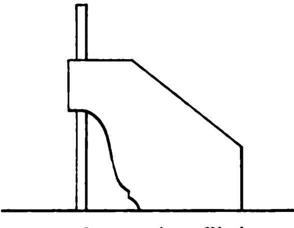
Eine andere Art der Herstellung gußeiserner Rohre beruht auf der Benutzung der Zentrifugalkraft und liefert den Zentrifugalguß. Die Formen werden zu diesem Zweck genau vertikal aufgestellt und mit einer Vorrichtung in Verbindung gebracht, welche sie in schnelle Umdrehung versetzt. Das Eisen wird ziemlich warm eingeführt und verteilt sich vermöge der Zentrifugalkraft an den Wänden. Man erhält also auf diese Weise Rohre, ohne einen Kern verwenden zu müssen. Indessen bietet es hier außerordentliche Schwierigkeiten, die Wandstärke des Rohres an sich gleichmäßig zu erhalten, sowie die verschiedenen Rohre nach Vorschrift herzustellen. Der Zentrifugalguß hat daher keine Verbreitung gefunden und harrt noch seiner weiteren Ausbildung.



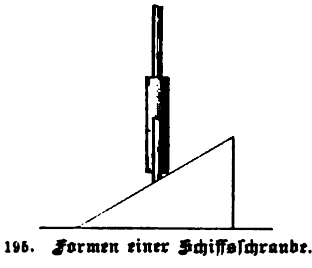
191—193. Schablonenformerei.

Die Formerei hat in den letzten Jahrzehnten drei besondere Zweigrichtungen erfahren, welche indessen nur als Ausbildung alter und uns bereits bekannter Verfahren anzusehen sind. Es sind das die Schablonen-, die Masse- und die Maschinenformerei. Die Schablonenformerei ist wohl so alt, wie die Formerei überhaupt, und älter, als die Eisengießerei an sich; denn sie entstammt der uralten Glockengießerei. Sie kann überall da angewendet werden, wo es sich um Drehkörper handelt, und wird in der modernen Formerei durch besondere Kunstgriffe unterstützt. Als einfachstes Beispiel diene uns das formen eines gußeisernen, starkwandigen Topfes, wie solche zum glühen von Draht, zum tempern 2c. vielfach angewendet werden. Man stellt zunächst, bei größeren Dimensionen aus Mauerwerk, einen Kern her (Abb. 191), welcher mit der uns bereits bekannten

„Masse“ beworfen und mit Hilfe einer Schablone sauber abgestrichen wird. Letztere ist an einem lang hervorragenden kräftigen Zapfen befestigt, dessen Achse naturgemäß gleichzeitig die des zu bildenden Topfes ist. Der so hergestellte Kern wird getrocknet und dann mit trockenem Sand beworfen, darauf wird derselbe mit Lehm umgeben, welcher mit Hilfe einer zweiten Schablone (Abb. 192), dem äußeren Durchmesser des Topfes entsprechend, genau, wie mit dem Kern geschehen, abgestrichen, geglättet und nach dem trocknen wiederum bestreut wird. Nun wird das bisher geschaffene, welches also genau



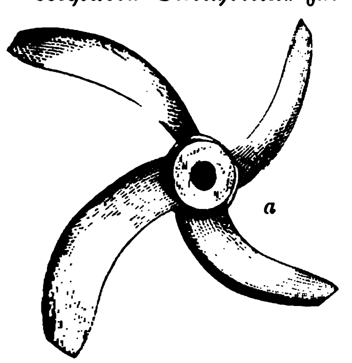
194. Formen einer Glocke.

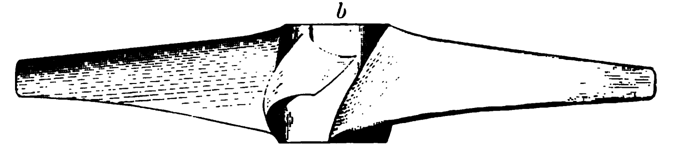


195. Formen einer Schiffsschraube.

die Form des zu gießenden Topfes haben muß, mit einem abrückbaren, also aus Teilen bestehenden Mantel umgeben, der der erforderlichen Festigkeit wegen aufgemauert wird. Nach seiner Vollendung werden die Teile abgerückt, worauf der den Kern umhüllende Mantel entfernt und erstere gesäubert und mit Graphitwasser bestrichen wird. Ebenso wird das Innere des Mantels, der mit Einguß und Steiger versehen worden ist, behandelt. Dieser wird dann wieder an seine Stelle gebracht und mit Hilfe von eisernen Ringen ausreichend gefestigt (Abb. 193), worauf, nach vielleicht nochmaligem trocknen, mit Hilfe von durchgeführter heißer Luft, das gießen stattfinden kann.

Bei dieser Arbeit ist die innere Kante eines sich um einen vertikalen Zapfen drehenden Streichbrettes zur Bildung von cylindrischen Flächen benutzt worden; es ist nichts im Wege, auch die untere Kante hierzu zu verwenden. Man kann sie auch profilieren (Abb. 194) und so alle möglichen Drehflächen gestalten. Läßt man das Streichbrett mit seinem Ende auf einem Dreieck entlang gleiten, so wird eine Schraubenfläche (Abb. 195) gebildet, welche, je nach der Form der führenden Schablone, mit verschiedenen Steigungen versehen werden kann. Es gibt dies die Grundlage für eine





196. Schiffsschraube.
a Ansicht von oben, b Ansicht von der Seite.

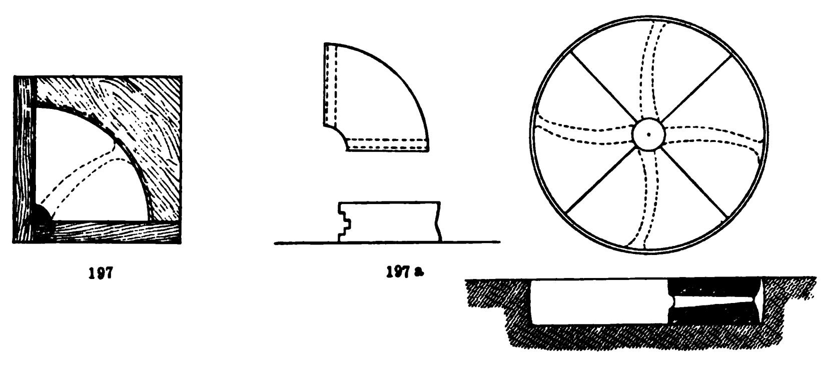
Schiffsschraube (Propeller; Abb. 196), zu der auch ein krummes Streichbrett verwendet werden kann, wie es einige moderne Propellerarten erfordern. Die in der Mitte der Abb. 196 b sichtbare schräge Kante entspricht hierbei der schrägen Kante der Schablone Abb. 195.

Die reine Schablonenformerei hört nun da auf, wo andere als Rotationsformen geschaffen werden müssen. Man kann die Form einer Riemenscheibe in einem mit Hilfe der Schablone gebildeten Mantel herstellen, zur Not auch wohl einen Kern schaffen, nicht aber auf diese Weise die Arme. Hier nun tritt die moderne Masseformerei ein, welche Kernstücke mit heranzieht, das Modell also durch Schablone und Kernkasten und einige wenige Modellteile ersetzt.

Abb. 197 u. 198 zeigen, wie auf diese Weise eine Riemenscheibe geformt werden kann. In einen sektorförmigen Kasten (Abb. 197) wird ein Modell eingelegt, welches genau

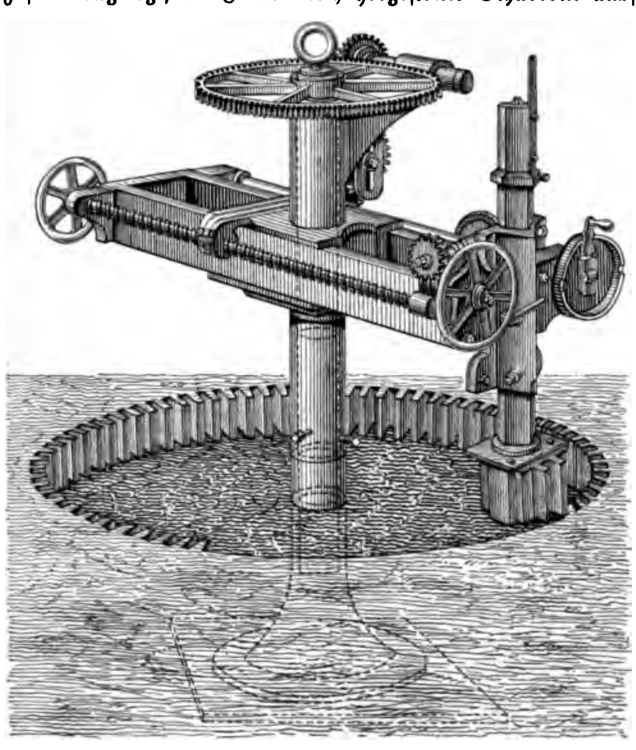
dem Arm der zu gießenden Riemenscheibe entspricht und so gestaltet sein muß, daß es sich herausziehen läßt. Dasselbe wird also eingestampft und dann entfernt.

Da, wo sich das Armmodell aus irgend welchen Gründen nicht gut herausziehen läßt, etwa der Länge oder der Krümmung wegen, bildet man ihn (Abb. 197a) durch die



197 u. 198. Riemenscheibe.

äußeren Begrenzungen der Kernstücke, so also, daß zwischen je zwei Kernstücken ein Arm entsteht. — Im vorliegenden Fall sind vier solcher Kernstücke (Abb. 198) erforderlich, welche, zusammengelegt, die Form durch hergestellte Schablone ausfüllt bis auf den Spielraum, den das Eisen einzunehmen hat. — Diese Art der Formerei hat vor der Modellformerei den großen Vorteil der Vielseitigkeit voraus: mit geringen Mitteln ist die Schablone geändert oder durch eine andere ersetzt; der Kernkasten ist leicht hergestellt, und das Armmodell kann sogar für verschiedene Riemenscheiben verwendet werden. Früher erforderte jede Riemenscheibe ein neues, oft recht kostbares Modell.



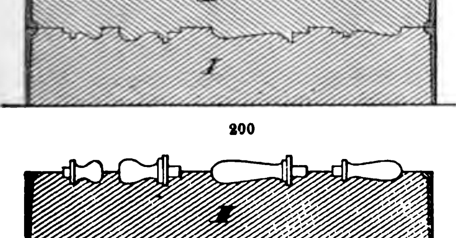
199. Räderformmaschine.[8])

Eng hieran schließt sich die Räderformerei: Seilscheiben, Zahnräder und ähnliche Körper. Dieselben haben mit der Riemenscheibe die Nabe mit den Armen gemeinsam und bedürfen, wie jene, nur der entsprechenden Kernstücke. Kleine und flache Seilscheiben können auch am Umfang durch Schablonenstreichen geformt werden; man zieht des tiefen Einschnittes wegen indessen vor, auch diesen durch Kernstücke herzustellen, so daß nur die Einlagerung durch das Streichbrett vorbereitet wird.

Auch bei Zahnrädern würde die Bildung des Kranzes durch Kernstücke bewerkstelligt werden können, wenn man nicht auf den durchaus genauen Abstand der Zähne Rücksicht

nehmen müßte. Aus diesem Grunde bildet man die Kernstücke, wie bisher beschrieben, den Zahnkranz aber fortlaufend aus Formsand mit Hilfe der Räderformmaschine.

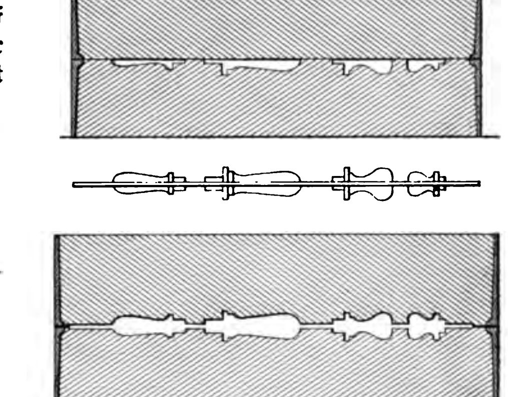
Die Anlage einer Räderformmaschine entspricht vollständig der Schablonenformerei, enthält also als Grundlage eine vertikal im Formgrund eingemauerte Spindel. Dieselbe trägt (Abb. 199) ein aus zwei genau gearbeiteten, der Zahnlücke entsprechenden Modellzähnen bestehendes Modell, welches nicht nur vertikal auf- und niederbewegt werden, sondern auch ruckweise um die genaue Teilung — Entfernung zweier Zähne — versetzt werden kann. Das Modell ist aus diesem Grunde, wie aus der Abbildung zu ersehen, mit einer Führung versehen, welche die Auf- und Abbewegung vermittelt und mit der Spindel durch einen horizontalen Arm verbunden ist, der die Einstellung desselben für einen beliebigen Radius, also für ein zu formendes Rad ein für allemal gestattet. Die Spindel trägt oben ein Zahnrad mit Schnecke, wodurch die Drehung des Armes um die Spindel mit Hilfe von Wechselrädern bethätigt wird. Beim formen wird nun das Modell bis auf den vorher abgestrichenen Boden niedergesenkt und vollgestampft, so daß zunächst der Kern für eine Zahnlücke und die Begrenzung für zwei Zahnköpfe entsteht. Dann wird das Modell gehoben, so daß es von der aufgestampften Sandform frei wird, um eine Teilung gedreht und wieder bis auf den Grund niedergesenkt, worauf der zweite Lückenkern aufgestampft und damit auch die Form für den ersten Zahn gebildet wird. So geht es weiter; Zahn reiht sich an Zahn und Lücke an Lücke, bis der ganze Kranz fertig gebildet ist. — Nunmehr wird die ganze Maschine abgehoben, um Platz für die weitere Arbeit zu gewinnen, welche zunächst in dem einlegen der uns bereits bekannten Kernstücke besteht, die Kranz, Arme und Nabe zu bilden haben.



200

201

200 u. 201. Falsche Hälfte.



202 u. 203. Die Formplatte.

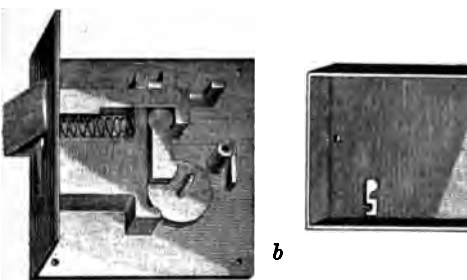
Die Räderformmaschine hat eine große Verbreitung gefunden und sich durch die mit Modellen unerreichbare Genauigkeit der Arbeit und den dadurch bewirkten sanften Gang der auf diese Weise hergestellten Räder beliebt gemacht. Eine wesentliche Vervollkommnung hat sie durch schraubenförmige Führung des Modellschaftes erhalten, welche es ermöglicht, auch die in dem Kapitel „Walzen“ beschriebenen Kammwalzen herzustellen, denen sich die neuerdings in größere Verwendung tretenden Präzisionsräder, Stirn- und konische Räder mit schrägen Zähnen, anschließen.

Ebenso, wie Radnaben und Arme ohne Modelle, mit Hilfe von Kernstücken geformt werden können, ist jede beliebige andere Form auf diese Weise herzustellen. Und so hat sich aus der ursprünglichen Kernmacherei das mächtige Gebiet der Kernstück- oder Masseformerei entwickelt, welche heute in den großen Gießereien die Hauptrolle spielt. Alle die gewaltigen Stücke des modernen Maschinenbaues werden auf diese Weise hergestellt, und die Zahl der Modelle, welche große Räume zu ihrer Aufbewahrung beanspruchen, wird wesentlich beschränkt. Allerdings sind damit die Ansprüche, welche an den Former gestellt werden, wesentlich gesteigert worden, während die Bedeutung der Modell-

tischlerei in diesem Sinne zurückgegangen ist. Hierzu tritt das Bestreben des Maschinenbauers, die Zahl der Bestandteile möglichst zu beschränken, um an Verbindungen zu sparen, wodurch das betreffende Modell an Kompliziertheit zunimmt; also auch dieses Bestreben begünstigt die Masseformerei.

Dieser Art der Formerei entspricht in ihrer technischen Richtung die Kunstformerei, weil die Kunstobjekte seltener als Maschinenteile von mehr oder weniger ebenen Flächen begrenzt sind, die das herausziehen aus dem Formmaterial leicht gestatten. Wir finden daher die Art der Masseformerei, das zusammensetzen der äußeren Form aus Stücken, welche einzeln abgenommen werden können, namentlich in der Kunstgießerei vertreten, deren Gießstoff allerdings seltener Gußeisen als Bronze oder ein anderes wertvolleres und den Einflüssen der Luft gegenüber widerstandsfähigeres Metall ist. Vgl. Abschnitt „Andere Metalle“.





204. Ein mit der Formplatte hergestellter Massenguß.

Anders liegt es mit denjenigen Abgüssen, welche in großer Zahl in derselben Form herzustellen sind. Hier tritt wieder das Modell in seine Rechte, welches der Masseformerei — der Herstellung von Formen derselben Art in großer Zahl — angepaßt worden ist, um die möglichste Genauigkeit und Sauberkeit mit größter Zeitersparnis zu vereinen.

Um in der Masseformerei Zeit zu sparen, verwendet man mehrere gleiche Modelle zu gleicher Zeit, und um diesen schnell eine sichere Lage zu geben, benutzt man die sogenannte falsche Hälfte.

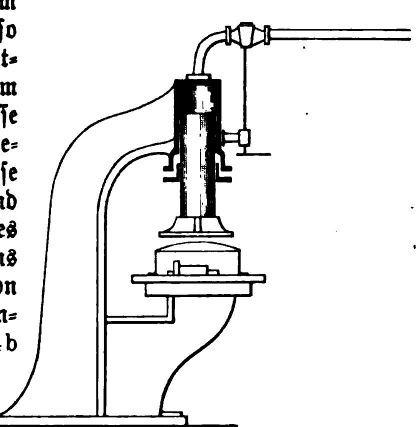
Die Herstellung und Verwendung der falschen Hälfte geschieht dadurch, daß man zunächst einen Kasten (Abb. 200 I) auf dem gewöhnlichen Wege aufstampft, die nur halb darin abgeformten Stücke nach Belieben entweder derselben oder auch verschiedener Art herausnimmt und nun unter Wahrung der üblichen Regeln den Oberkasten (III) herstellt. Von diesem, der nur das Negativ des Unterkastens und zum gießen nicht zu brauchen ist, macht man einen Gipsabguß (Abb. 200 III), der also das Ebenbild des ersten Kastens (I), aber geeignet ist, dauernd verwendet zu werden. Derselbe dient nur zum aufstampfen des Oberkastens und bietet lediglich den Vorteil, das glätten und putzen zu erleichtern. Nach Fertigstellung desselben, was also überaus schnell und glatt vor sich geht, werden die Modelle eingelegt, der Unterkasten wird aufgestampft, und sonst in der üblichen Weise verfahren.

Eine andere Methode der Masseformerei beruht auf der Verwendung der Formplatte. Dieselbe besteht aus einer kräftigen Metallplatte (Abb. 202), welche beiderseitig die Hälften der zu formenden Modelle enthält. Man stellt eine solche Formplatte dadurch her, daß man zunächst, wie gewöhnlich, abformt, aber die Kästen nicht zusammenlegt, sondern durch je einen gerade abgestrichenen Kasten (Abb. 203) abdeckt. Durch abgießen dieser Kästen erhält man zu einander passende Hälften, die nun beiderseitig auf eine Messingplatte aufgesetzt werden, eine Arbeit, welche ziemlich schwierig genau aus-

zuführen ist. Denn es liegt die Gefahr vor, daß die Hälften nicht ganz genau einander gegenüberstehen und auf diese Weise verschobene Abgüsse geben. Am besten verfährt man dabei in der Weise, daß man die gegossenen Hälften zunächst zusammenpaßt und einigermaßen verlötet. Dann werden sie mit der Feile oder durch drehen so bearbeitet, als ob sie ganze Stücke wären, und senkrecht zur Nahtfläche verbohrt. Dann lötet man auseinander, legt die Hälften auf die zu verwendende Metallplatte und bohrt die Löcher durch diese weiter durch. Stiftet man nun die Gegenhälften auf der anderen Seite an, so müssen sie genau passen. Sicherer verfährt man, wenn man Ober- und Unterkasten wie gebräuchlich abformt und mit einem geringen, der beabsichtigten Plattendicke entsprechenden Abstand zulegt (Abb. 203), die Fuge abdichtet und nun mit Weißmetall, Messing oder auch wohl Eisen abgießt.

Die so erhaltene Platte dient nun zum aufstampfen sowohl des Unter- wie des Oberkastens, welche dann nur außerordentlich geringe Nacharbeit erfordern und meist direkt aufeinandergelegt werden können. Einen weiteren Vorteil erlangt man dadurch, daß man zwei halbe solcher Platten anfertigt und von diesen nur je die Gegenplatte gleichzeitig von zwei Arbeitern benutzen läßt, so also, daß der eine nur den Unterkasten und der andere nur den Oberkasten aufstampft, die dann beide aufeinandergelegt werden.

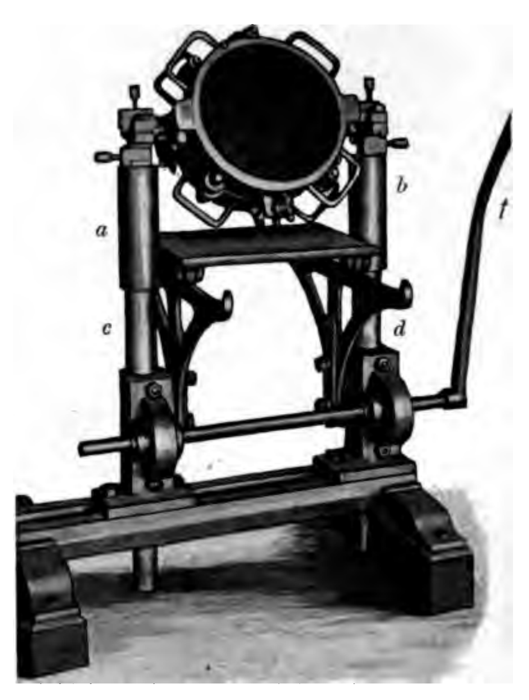
Die auf diese Weise zu mehreren mit einem Male abzugießenden Stücke sind in der Form — also bereits auf der Formplatte — durch Kanäle miteinander so verbunden, daß sie sämtlich von einem Einguß aus gegossen werden können. Die Abgüsse hängen also zusammen und müssen auseinander gebrochen werden. Abb. 204a zeigt die auf diese Weise in der Kgl. Fachschule zu Remscheid hergestellten und noch zusammenhängenden sämtlichen Teile eines Schlosses. Dieselben bedürfen nur noch des abgratens und einigen bohrens 2c., um unter Hinzufügung von Schrauben und Federn zu einem Schloß zusammengesetzt werden zu können, wie aus der Abb. 204b nach Abnahme des Deckels zu erkennen ist.


205. Formmaschine zum pressen.

Die andere Richtung in der Vervollkommnung der Formerei bezieht sich auf das **ausheben des Modelles.** Ist dasselbe einigermaßen tief, so erfordert das ausheben sehr große Übung, wenn nicht die Ränder beschädigt werden sollen, womit dann oft zeitraubende Flickarbeiten verbunden sind. Es führt dies zu den **Formmaschinen.** Dieselben sind in dreierlei Gestaltung denkbar. Die erste lehnt sich an die Formplatte an, welche wir soeben kennen gelernt haben, und besteht aus dieser, welche den Boden des Formkastens bildet, und einer Preßvorrichtung (Abb. 205), welche dem Arbeiter das stampfen abnimmt. Derselbe hat also nichts zu thun, als den Kasten auf das Modell, die Formplatte zu setzen, ihn mit Sand zu füllen, der ihm durch eine Leitung nach Öffnung eines Schiebers zufließt, den gefüllten Kasten auf den Preßtisch zu legen, diesen anzustellen und den gepreßten Kasten nachzufüllen und abzustreichen. Sein Nachbar thut dasselbe mit dem Oberkasten, setzt beide aufeinander und übergibt sie der Gießerei. Auf diesem Wege geht das formen außerordentlich schnell vor sich. Die zweite Gattung der Formmaschinen bezweckt lediglich das sichere ausheben und überläßt das aufstampfen dem Arbeiter. Hier handelt es sich nur um eine Einrichtung, welche das Modell, besser die Formplatte, senkrecht aushebt, oder festhält und den Kasten senkt. Abb. 206 u. 207 stellen eine Formmaschine zum abgießen von kleinen Gewehrteilen und ähnlichen Stücken dar. Auf horizontalen, in der Abbildung leicht erkennbaren Schienen läuft ein Rolltisch, welcher sich in der hinteren Lage in der Mitte des Gestelles befindet, und zwar unter der dort drehbar angebrachten Formplatte, und welcher in der vorderen Lage den Kasten so aufnehmen kann, daß er mit Formsand zu füllen ist. Derselbe wird dann zurückgerollt

und in die hintere Lage, also unmittelbar unter die Formplatte gebracht. Durch Drehung des Handhebels wird der Tisch gehoben und gegen die Formplatte gepreßt, womit der Unterkasten fertiggestellt ist. Der Kasten wird nunmehr gesenkt und abgenommen; ein anderer, der Gegenkasten, wird an seine Stelle gesetzt, mit Formsand gefüllt und hintergerollt. Zuvor aber ist die Formplatte umgedreht worden, so daß sie die andere Seite nach unten kehrt, welche nun auf den Kasten gepreßt wird. Der Vorgang vollzieht sich außerordentlich schnell und sicher. Diese winzige Formmaschine ist für kleine Gußsachen, Eisen, Zinn und Legierungen aller Art, wie Gewehrteile, im vorliegenden Fall Buch-





206 u. 207. Kleinformmaschine zum ausheben.

staben und dergl. bestimmt und besitzt zwei kreisrunde Formkasten, welche zu beiden Seiten der Formplatte durch Hängeschrauben zusammengespannt werden. Die Formplatte, in Abb. 208 bei a deutlich zu erkennen, ist mit zwei Zapfen versehen, auf welchen das Ganze, Kasten und Platte, in Lagern hängt, welche sich oben an vertikalen Hülsen, a und b Abb. 207, befinden. Diese Hülsen laufen auf den beiden Säulen c und d, und mit ihnen lassen sich die Formkasten mit Hilfe eines Hebels f heben und senken. Während des aufstampfens ruhen die Kasten auf dem Tisch (Abb. 206), wo zunächst der obere gefüllt und vollgestampft

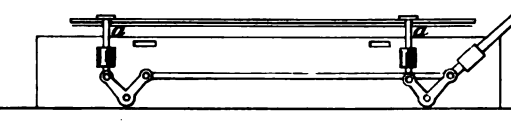


208. a Oberer Formkasten mit der Formplatte, b Sandkuchen (untere Hälfte), c, d Formkastenhälften.

wird, worauf, nach Bethätigung des Hebels (Abb. 207), die Kasten gedreht werden, so daß der bisher untere nach oben kommt und ebenfalls aufgestampft werden kann. Dann werden die verbindenden Klammern gelöst; der Unterkasten wird zuerst abgenommen und der Oberkasten daraufgesetzt, wobei die Führungsstifte für richtiges zusammenpassen

sorgen. Alsdann werden die halbkreisförmigen Wandungen der Kasten gelöst, so daß nunmehr die beiden Sandformen frei dastehen, zum füllen bereit. Abb. 208 bei b zeigt einen solchen Sandkuchen und zwar die untere, hier unbedeckt gelassene Hälfte, so daß die Formen, Buchstaben, zu erkennen sind. Dahinter, c und d, liegen die halben Ringe, welche den Formkasten bilden.

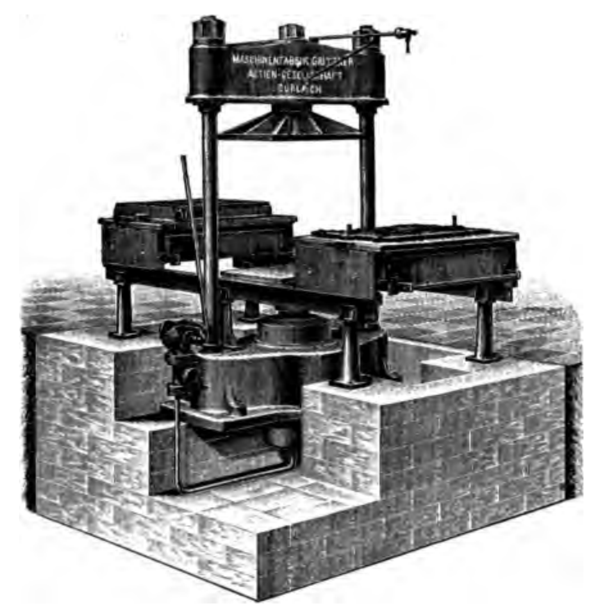
Abb. 209 stellt eine einfachere Vorrichtung dieser Art dar, welche in der Fachschule zu Remscheid im Gebrauch ist und zum abformen von tief geriffelten Platten dient. Das metallene, also schwer zu handhabende Modell ist mit abschraubbaren Leisten versehen, welche über den Rand des Formkastens hinaus vorstehen und von den Stiften a erfaßt werden können. Diese Stifte werden durch die in der Zeichnung erkennbare Parallelführung an allen vier Ecken gleichmäßig gehoben und heben dadurch die Platte aus. Die genannten Leisten werden nach dem aufstampfen und umdrehen des Unterkastens abgeschraubt und erst behufs des aushebens, also nach Fertigstellung und abheben des Oberkastens, wieder angeschraubt.



209. Formmaschine zum ausheben.

Nach dieser Methode sind die meisten Formmaschinen konstruiert; man überläßt dem Former das stampfen, was namentlich bei tiefen und komplizierten Gußstücken doch nur selten mechanisch durchgeführt werden kann, und legt den Hauptwert auf das sorgfältige ausheben der Modellteile.

Die vollkommenste Gattung der Formmaschinen ist daher die, bei welchen sowohl die Pressung des Sandes als auch das ausheben des Modells rein mechanisch erfolgt. Zur Herstellung des Druckes verwendet man bei kleineren Maschinen Hebelwerke, bei größeren sowohl Preßluft, wie in der Abb. 205 gedacht, als auch Preßwasser.



210. Formmaschine von Gritzner.

Als Beispiel für eine vollständige Formmaschine bewährter Konstruktion diene die Maschine der Maschinenfabrik Gritzner, A.-G. in Durlach. Dieselbe (Abb. 210) besteht aus einer hydraulischen Presse, unten das Pumpwerk, oben der Kopf, beide durch kräftige Zugstangen miteinander verbunden, und dem Formgestell nebst Kasten. Das Gestell besteht im wesentlichen aus zwei Schienen mit darauf laufenden Tischen, so eingerichtet, daß sich jeder derselben unter die Presse schieben läßt. Die Schienen enthalten also je mindestens drei Tischbreiten als Längen. In der Zeichnung erkennt man die auf dem vorderen Tisch aufgeschraubte Modellhälfte, auf welche der umgekehrte, auf dem hinteren Tisch sichtbare Formkasten gesetzt wird. Nunmehr wird der letztere mit Sand gefüllt, mit dem Tisch unter die Presse geschoben, von dem alsdann angestellten, aufsteigenden Preßkolben gehoben und dem Druck so lange ausgesetzt, bis kein nachgeben des Sandes mehr stattfindet. Dann wird der in der Zeichnung erkennbare, zum anstellen der Presse dienende Hebel auf ablaufen gestellt, wonach sich der Tisch langsam senkt. Dabei setzt sich der Formkasten auf geeignete Anschläge auf, bleibt zurück, und das Modell senkt sich sauber

aus der Form heraus, was durch leichtes klopfen während dieses Vorganges unterstützt wird. Währenddessen hat ein anderer Arbeiter den anderen Kasten vorbereitet und mit Sand gefüllt. Der erste Kasten wird heraus-, der andere hineingeschoben, und der Vorgang wiederholt sich in gleicher Weise. Mit dieser Maschine können vier Former in 10 Stunden bis 200 gußfertige Formen von 650. 550. 240 mm fertigstellen.

Zum reinigen des fertigen Gusses dienen in den größeren Fabriken Trommeln oder Sandstrahlgebläse. Erstere gleichen den gewöhnlichen Rollfässern, in denen sich die Gußstücke aneinanderreiben, unterstützt durch kleine hinzugesetzte Bruchstücke oder auch gußeiserne Sternchen, welche mit ihren Spitzen in die feinsten Ecken gelangen. Abb. 211 zeigt eine größere Anlage dieser Art. Bei Verwendung des Sandstrahlgebläses werden die Gußstücke auf eine sich langsam umdrehende horizontale Platte gelegt und der Wirkung verschiedener durch Dampf erzeugter Sandstrahlen ausgesetzt, welche nicht nur den noch anhaftenden Formsand leicht und schnell entfernen, sondern auch dem Guß eine schöne, gleichmäßige Oberfläche verleihen.

211. Rollfaßanlage.

Die Grundlage eines solchen Sandstrahlgebläses ist ein kräftiger Luft- oder Dampfstrom, welcher nach Art des Exhaustors Sand mit sich reißt und gegen die zu behandelnden Flächen schleudert. In den Abb. 212 u. 213 sehen wir in m ein horizontales Rohr, in welches Luft von 500 mm Druck gepreßt wird und dessen offenes Ende in einem trichterförmigen Raum im Sande liegt, dessen Zutritt durch zwei in Abb. 213 erkennbare Klappen geregelt werden kann. Der Luftstrahl reißt den Sand mit und schleudert ihn senkrecht nach unten. Hier befindet sich (Abb. 212) jene sich langsam drehende von c bezw. d und e aus getriebene Platte a, deren eine Hälfte aus dem Apparat, durch eine Gummiplatte getrennt, herausragt, so daß die andere, größere Hälfte, welche mit den darauf befindlichen Rohgußstücken dem Sandstrahl ausgesetzt ist, einigermaßen staubdicht abgeschlossen ist. Der von dem Luftstrom weitergetriebene Sand fällt hinunter und wird durch die schräge Platte h nach links gelenkt, wo er von den Bechern eines Elevators i aufgenommen und nach oben geführt wird. Der Antrieb desselben erfolgt ebenfalls von der Riemenscheibe c aus. Der Sand fällt dann durch die schräge Rinne h hinunter, wird durch das Sieb l verteilt und gelangt dann wieder an die Ausgangsstelle zurück. Bei schweren Gegenständen leitet man den dann meist durch Dampf getriebenen Sand durch einen Schlauch mit Mundstück (Abb. 214) gegen die zu bearbeitenden Flächen.

Diese Maschinen werden von Alfred Gutmann in Ottensen gebaut. Die Badische Maschinenfabrik verwendet nur Schleuderkraft, welche durch ein mit 300 min. Umdrehungen arbeitendes Schleuderrad hervorgebracht wird („Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ingenieure, 1899“).

Die größte mechanische Formerei ist wohl die von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg. Abb. 215 zeigt die allgemeine Anordnung solcher Anlagen. Wir sehen bei a

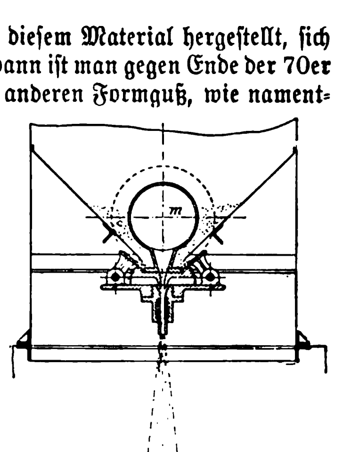
die beiden Hochöfen auf einem erhabenen Arbeitsraum und darum in einem Oval eine große Anzahl Geleiswagen, welche langsam links herum wandern; bei b stehen die Formmaschinen, denen der Sand durch eine lange Leitung von der Sandgrube c her zugeführt wird. Die leeren Kasten gelangen von links her zu den Formern, welche sie durch ziehen eines Schiebers füllen und durch bedienen eines Hahnes (vergl. Abb. 205) pressen, dann auffüllen, noch einmal pressen und abheben. Wie bereits oben erläutert, formt der Nachbar den anderen Kasten. Der erste setzt dann den Kasten auf den Gießstand, der andere den seinen darauf, und das gießen kann stattfinden. Dann werden die Kasten wieder auf die Wagen zurückgesetzt, mit denen sie den langen Weg bis zur Sandgrube antreten. Inzwischen sind die Gußstücke bereits genügend abgekühlt, und die Kasten werden daher in die Grube entleert. Dort wird der Sand mit etwas frischem gemischt, angefeuchtet und in die Mischmaschine d geworfen, welche ihn gebrauchsfähig wieder abgibt. Von hier wandert er zum Elevator, der ihn in die Sandleitung wirft, in welcher er durch Transportvorrichtung den Formmaschinen zugeführt wird. Abb. 217 zeigt das Innere der genannten Gießerei: links die Formmaschinen und rechts der vordere Teil der Wandervorrichtung für die Formkasten, bei welcher die Tischplatten auf Rollen laufen; Abb. 216 zeigt die gewaltige Anlage von außen.

212. Sandstrahlgebläse.

Die Stahlgießerei.

Unter Gußstahl versteht man ein Material, welches in Tiegeln erzeugt wird und sowohl als Werkzeugstahl, wie auch, nach dem Vorgange von Krupp, zu großen Güssen verwendet wird. Zuerst waren es Kanonen, welche, aus diesem Material hergestellt, sich den großen Ruf als „Kruppsche Kanonen“ erwarben; und dann ist man gegen Ende der 70er Jahre (Hagener Gußstahlwerke) dazu übergegangen, auch anderen Formguß, wie namentlich Kammwalzen (s. „Walzwerk“) daraus zu fertigen.

Wird Stahl in großer einheitlicher Menge, heute meistens im Martinofen, hergestellt und in Formen gegossen, so erhält man Stahlformguß oder schlechthin Stahlguß. Die Herstellung desselben gelang erst, nachdem es möglich geworden war, die erforderliche Temperatur zu erzeugen. Das nähere hierüber ist in dem Kapitel „Hüttenwesen“ erläutert.



213. Sandstrahlgebläse.

Der Stahlguß ist zuerst*) vom Bochumer Verein für Spezialzwecke angefertigt worden. Da bei dem Verfahren des Bochumer Vereins nur hartgebrannte Formen in Anwendung kamen, so war die Verwendung des Stahlgusses auf gewisse einfache Formen beschränkt. Anfang der 70er Jahre fing man an, Stahlguß in getrocknete Formen zu gießen, welche ein schrumpfen der Stücke mehr oder minder gestatten; damit wurde die Anwendung von Stahlguß allgemeiner, es haftete demselben aber noch der Fehler der Porosität und vielfach einer zu großen Sprödigkeit und Härte an.

Die Fortschritte, welche die Fabrikation von Stahlguß in den letzten 20 Jahren, insbesondere im letzten Dezennium, in Bezug auf Dichtigkeit und leichte Bearbeitung gemacht hat, sind ganz bedeutende. Bei zuverlässiger Dichtigkeit, wie solche bei Guß über-

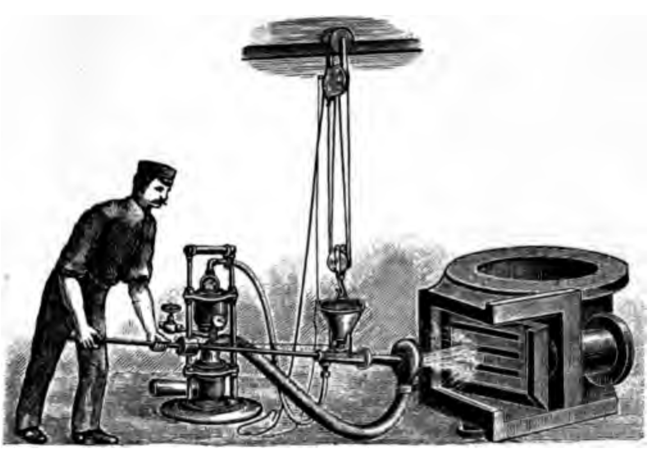
*) Nach einer Mitteilung des Herrn Moritz Böcker, Remscheid.

haupt in Betracht kommen kann, werden heute Qualitätszahlen garantiert, welche sich von denen für geschmiedetes und gewalztes Material nicht wesentlich unterscheiden.

Man unterscheidet in der Hauptsache 4 Arten Stahlguß.

1. **Weicher Stahlguß** mit einer Festigkeit von 35—40 kg und einer Dehnung von 20—25 %. (200 mm Versuchslänge.)

Diese Qualität wird hauptsächlich für elektrische Maschinen verwendet, da sie dieselben magnetischen Eigenschaften besitzt, wie weiches Schmiedeeisen.



214. Sandstrahlgebläse. (Zu S. 90.)

2. **Zäher Stahlguß** mit einer Festigkeit von 40—50 kg und einer Dehnung von 15—20 %.

Diese Qualität findet speziell Verwendung im Maschinen-, Lokomotiv- und Schiffbau.

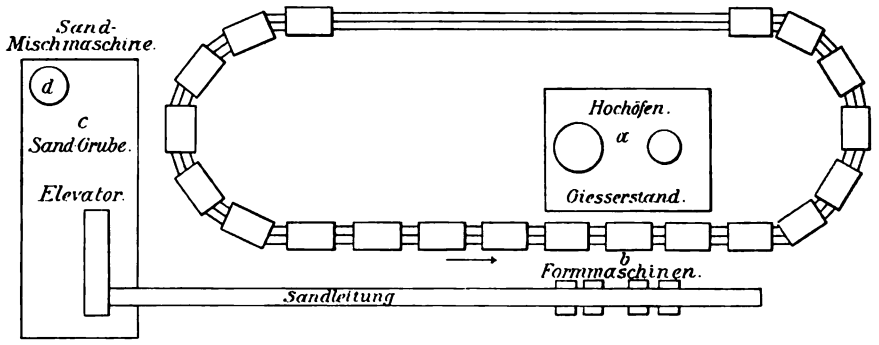
3. **Zäh harter Stahlguß** mit einer Festigkeit von 60—70 kg bei einer Dehnung von 8—12 %.

Diese Qualität findet Verwendung für Teile im Maschinenbau, welche starkem Verschleiß ausgesetzt sind, und insbesondere für Laufräder.

4. **Sehr harter Stahlguß** mit einer Festigkeit von 90—100 kg ohne garantierte Dehnung.

Diese Qualität findet Verwendung für Ringe zu Kollergängen und ähnliche Zwecke.*)

Der Stahlguß tritt dem Gußeisen zur Seite und erfordert zu seiner Herstellung dieselben Maßnahmen, wie die Eisengießerei, doch müssen die Formen naturgemäß be-



215. Anordnung einer Amerikanischen Masseformerei.

sonders widerstandsfähig sein. Die außerordentliche Festigkeit sowie die heute erworbene Zuverlässigkeit des Stahlgusses hat denselben im Laufe der letzten 10 Jahre zu einem überaus wertvollen Material gestaltet, welches die Zuverlässigkeit der Schmiedestücke mit dem Formenreichtum des Gusses verbindet. Besonders beliebt ist der (harte) Stahlguß bei Maschinenteilen und ähnlichen Objekten, welche der besonderen Flächen-Bearbeitung nicht mehr viel bedürfen. So werden von der **Bergischen Stahlindustrie** zu **Remscheid** die Rahmen der elektrischen Straßenbahnwagen auf diesem Wege hergestellt.

*) Vergl. das Kohlenstoffschaubild, „Kleineisenindustrie".

Ferner liefert die Fabrik Anker und Gestelle zu Dynamos, hydraulische Preßcylinder, der Guß gestattet also auch die eingehendere Bearbeitung, und der Feuerfestigkeit des Materials entsprechend Glühtöpfe und ähnliche Körper (Abb. 218). Ferner werden heute bereits die mächtigen Stevenkörper (Abb. 219) unserer großen Dampfer, Schiffsschrauben ꝛc. aus Stahlguß hergestellt.

Schmiedeguß.

Auch schmiedbares Eisen, also Eisen mit geringstem Kohlenstoffgehalt, welches früher allen Gießversuchen widerstand, hat man neuerdings in die Gußformen gezwungen. Es gelingt dies einerseits mit Hilfe von Zusätzen verschiedener Schmelzmittel



216. Eisengießerei von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg. (Zu S. 90.)

wie namentlich Aluminium, welches hier nicht als legierender Metallzusatz, sondern rein chemisch wirkt und auch in diesem Sinne beim Stahlguß Verwendung findet, und anderseits durch Verwendung besonders hoher Temperaturen. Das Material ist völlig schmiedbar. Leider ist der Preis noch zu hoch, um die Schmiedearbeit zu ersetzen. Es gehört hierher das Mitiseisen und der Schmiedeguß der Firma „Archimedes“, Berlin.

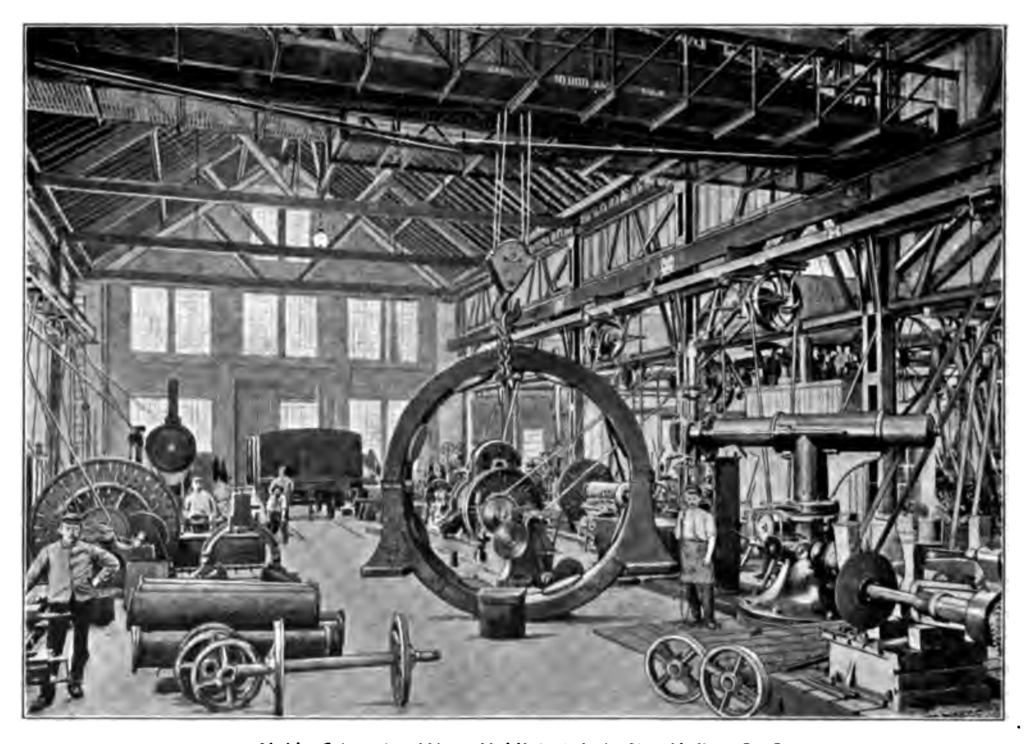
In neuerer Zeit ist es Dr. Goldschmidt*) in Essen gelungen, die sehr hohe Verbindungswärme des Aluminiums zu benutzen, um Eisen direkt aus den Erzen bei so hoher Temperatur zu erzeugen, daß es Formen auszufüllen imstande ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich hieraus ein neuer Zweig, zunächst wohl nur der Kleineisenindustrie, entwickelt.

Der Begriff des Wortes „Schmiedeguß“ ist nicht zu verwechseln mit dem des Wortes „schmiedbarer Guß“. Unter letzterem versteht man Gußeisen, welches durch einen

*) Vergl. „Schmieden“, Glühpackung, Abb. 31.



217. Innere Ansicht der Eisengießerei von Westinghouse in Wilmersdorf bei Pittsburg. (Zu S. 90.)



218. Stahlguß der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid. (Zu S. 92.)

besonderen Vorgang schmiedbar gemacht worden ist. Dieses Material und seine Herstellung ist unter dem Kapitel „Kleineiseinindustrie“ behandelt worden.

Treten wir nunmehr an der Hand der nachfolgenden Abbildungen eine Wanderung durch eine Eisengießerei an. Dieselben geben uns einen Einblick in die Räume der großartigen Maschinenfabrik von Gebr. Sulzer in Winterthur. Abb. 220 zeigt uns den Raum für die Zubereitung des Sandes: rechts und hinten in der Mitte Kollergänge zum pulvern der Gesteine, welche, in Ermangelung an passendem anstehenden Formsand, fein zermahlen und in der beim rechten Kollergang sichtbaren Mischtrommel gemengt werden. Das Produkt wird durch einen Elevator nach oben gebracht, dort noch inniger vereinigt oder mit Kohlenpulver und frischem Sand gemengt und gelangt so in gebrauchsfertigem Zustande wieder nach unten, wo die Rollwagen seiner harren, um es in die weit verteilten Räume der Formerei zu führen. Für die endgültige Verwendung findet bekanntlich meist noch einmal eine Mischung und Lockerung, Herstellung des Modellsandes, statt, welche in der uns bereits bekannten Formsandmischmaschine, auf der linken Seite der Abbildung sichtbar, vorgenommen wird. — Wir treten nun in die Formerei (Abb. 221), wo Hunderte von Kästen darauf warten, den Sand aufzunehmen, oder schon fertig zum gießen bereit stehen. Aber alles ist Maschinenarbeit: rechts eine große Reihe von Arbeitsstellen, jede mit einem Haufen fertigen Sandes und der Maschine versehen, deren Produkte, die Formen, teils noch offen, teils fertig geschlossen, im Vordergrund schön ordentlich zusammengestellt sind. Daneben finden sich auch einige Tiegel, wie sie für kleine Gußstücke als Handpfannen verwendet werden. — Abb. 222 führt uns zu den Öfen, deren wir im Hintergrund vier zählen. Die mittleren beiden sind geöffnet, während die anderen beiden sich in voller Thätigkeit befinden. Der linke Raum wird von leichteren, einfachen Kränen — Lauf- und Wandkränen — bedient, während wir rechts oben den mächtigen Laufkran, natürlich mit elektrischem Antrieb, erkennen können, den dortigen gewaltigen Arbeitsstücken entsprechend. Derselbe ist uns in der folgenden Abb. 223 näher gerückt, welche uns in die großartige Schablonenformerei führt. Hier finden wir zu beiden Seiten des Raumes vertikale Spindeln angeordnet, welche im Boden gelagert sind und oben durch ein leichtes, verstellbares Spreizwerk gehalten werden, wie recht deutlich an der ersten Anlage, rechts vorn, zu erkennen ist. Die Spindeln tragen unten verschiedentlich gußeiserne Scheiben, auf welchen die Mäntel aufgebaut werden. Auch die Kerne werden, wie links vorn zu erkennen, in gleicher Weise hergestellt. Wesentlich größere Arbeiten dieser Art finden wir in der durch Abb. 224 dargestellten Abteilung, während uns Abb. 225 den gemauerten Mantel und den Kern eines gewaltigen Dampfcylinders nebst zugehörigen Kernstücken vorführt.



219. Ruderſteven aus Gußſtahl für ein Panzerſchiff (Krupp).

Als sehr schönes Beispiel für die Kern- (Masse-) Formerei finden wir auf der Abb. 243 (Kapitel Maschinenbau), die Herstellung der Form für ein mächtiges Schwungrad mit Seilrinnen darstellend, welches, in zwei Hälften getrennt, gegossen werden soll.

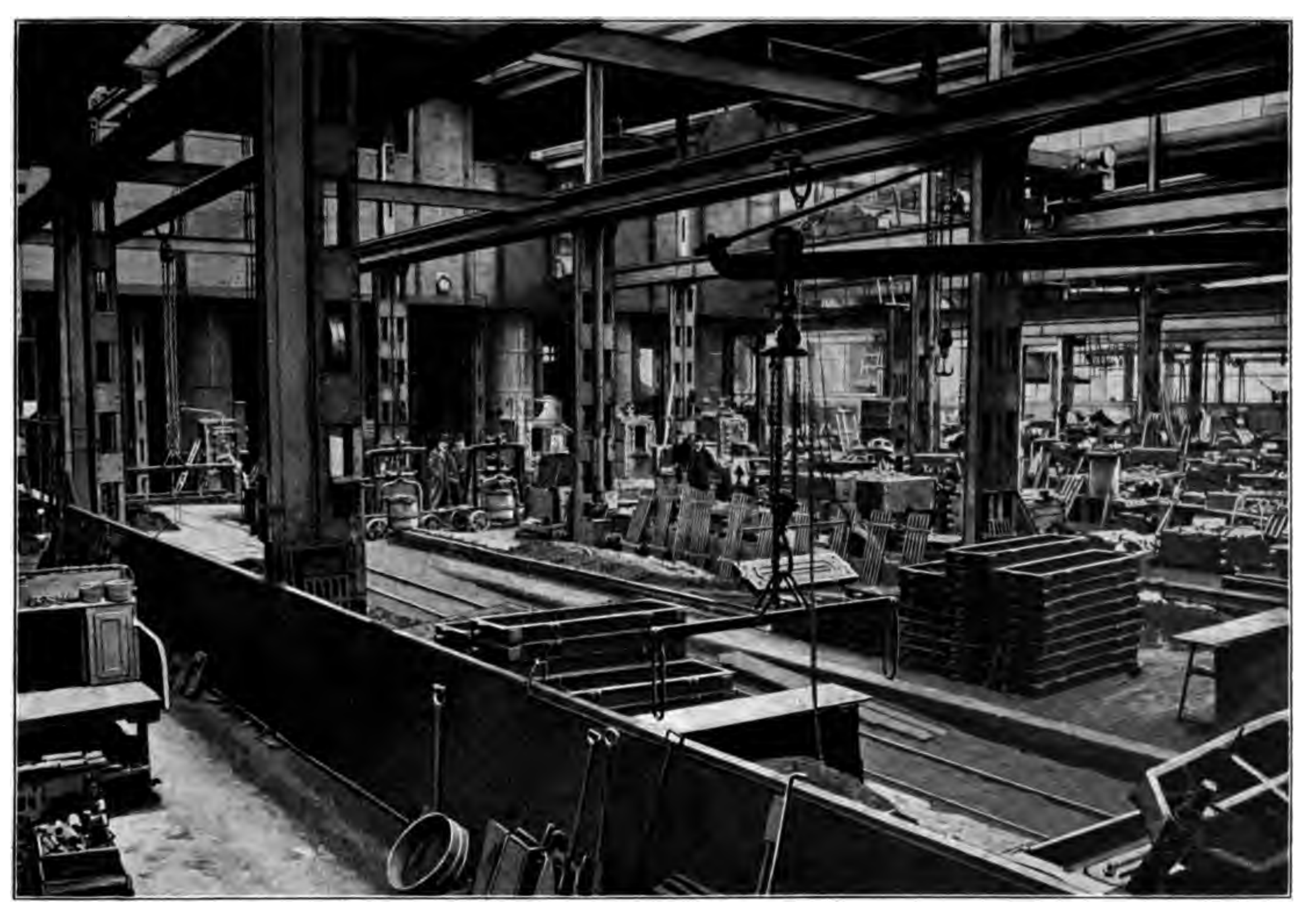
Abb. 226 endlich führt uns zurück zum Ende der Kleingießerei, wo die fertigen Gußstücke durch das Sandstrahlgebläse geputzt werden, wie es in Abb. 212 im Schnitt dargestellt worden ist.



220. Sandaufbereitung in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.



221. Kleinformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.



222. Sandformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.





224. Masseformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.



225. Masseformerei in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.



226. Putzen der fertigen Gußstücke durch Sandstrahlgebläse in der Eisengießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.



227. Die größte Pleuelstange (Ferdinand Schichau in Elbing).

Der Maschinenbau.

Was ist eine Maschine? Im Volksmunde ein nützliches, aber mehr oder weniger unheimliches, undurchsichtiges Etwas, bei welchem das Eisen eine Hauptrolle spielt. Der alte, gemütliche, gemauerte Kochherd heißt in seiner modernen Gestaltung, aus Eisenblech hergestellt, „Maschine", und auch der Theekochapparat wird „Theemaschine" genannt. Beides hat indessen, wissenschaftlich genommen, nichts mit dem Begriff „Maschine" gemein. Immerhin ist dieser Begriff lange Zeit hindurch ein dunkler gewesen und von jeher verwandt mit dem der Mechanik, der Wissenschaft des mathematisch-technischen Könnens. Erst in jüngerer Zeit haben sich unsere großen Geister bemüht, den Begriff festzulegen. Am besten ist dies Reuleaux gelungen. Er nennt die Teile irgend einer gelenkigen Verbindung „Elemente" oder „Glieder" und die gelenkige Verbindung selbst, welche alle möglichen Gestaltungen annehmen kann, „Kette". Werden indessen die Verbindungen einer solchen Kette so geschlossen, daß nur gesetzmäßig sich stets in gleicher Weise wiederholende Bewegungen erfolgen können, und an irgend einem Elemente festgehalten, so ist sie zu einem Mechanismus geworden. Und dieser Mechanismus wird zu einer Maschine, wenn ihm an irgend einer Stelle Kraft zugeführt wird, die er umgewandelt an einer anderen Stelle wieder abgibt.

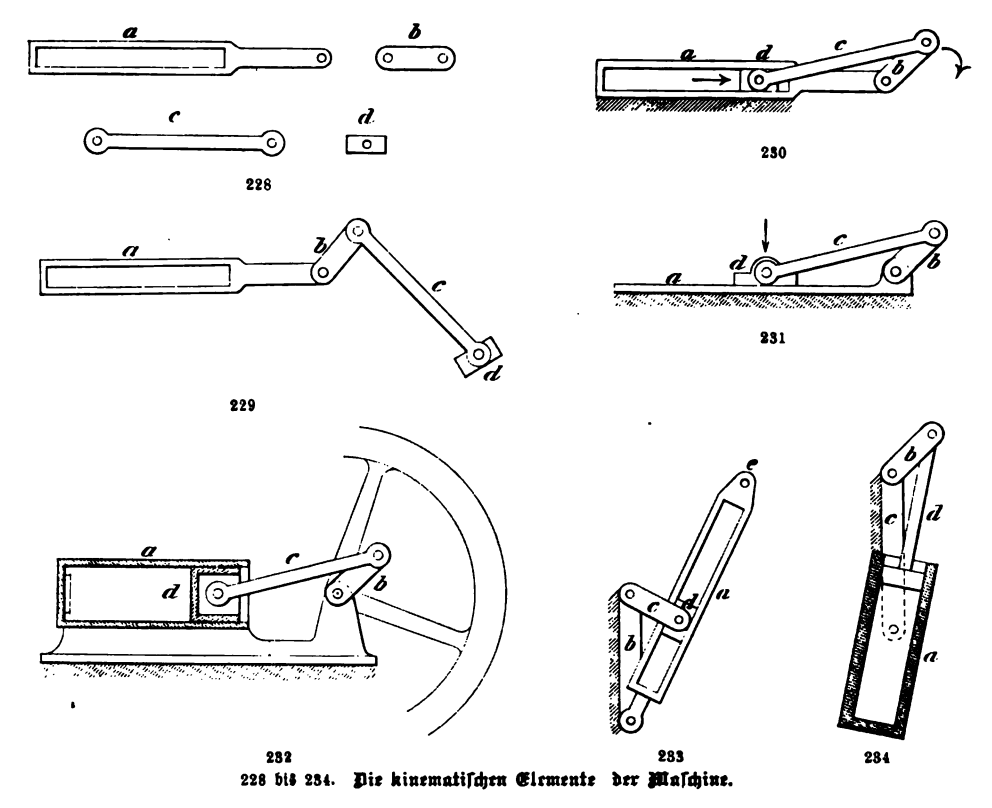
So sind die einzelnen Elemente a, b, c, u. d der Abb. 228*) in Abb. 229 zu einer Kette zusammengestellt, welche schwank und reglos in unendlich viele verschiedene Lagen gebracht werden kann. Wird indessen das Element d in a gesteckt, wie in der Abb. 230 dargestellt, so unterliegt das Ganze, nunmehr ein Mechanismus, einer gesetzmäßigen Bewegung.

Bei diesem Mechanismus sind nun noch unendlich viele Stellungen möglich, aber dieselben folgen nunmehr nach einem ganz bestimmten Gesetze aufeinander und kehren immer wieder. Indessen hat diese Form nur noch ein theoretisches Interesse; sie ist nicht ohne weiteres technisch verwendungsfähig. Hält man indessen eins dieser Elemente, z. B. a, fest, was durch die Schraffur angedeutet ist, und leitet man irgendwo, z. B. in d,

---

*) Hierzu treten von rein kinematischem Standpunkt aus noch die Zapfen und Lager als Elemente. Wir gehen hier absichtlich nicht darauf ein, weil es schließlich mit dem zu erläuternden Begriff der Maschine nichts zu thun hat. — S. Reuleaux, „Kinematik".

Kraft ein, welche das Gleitstück d nach rechts schiebt, so muß sich b in der Richtung des Pfeiles drehen. Ist das Glied b hier zu einer Kurbel geworden, mit einer Welle verbunden, auf welcher sich ein Schwungrad befindet, so ist klar, daß man dieses Schwungrad durch kräftigen Druck in Bewegung bringen kann, so daß es imstande ist, das Gleitstück d mit Hilfe der Schubstange c wieder zurückzubringen, nachdem dies seine äußerste rechte Stellung erhalten hat, worauf ein neuer Druck in der Richtung des Pfeiles das Gleitstück wiederum nach rechts treibt, das Schwungrad wieder beschleunigt u. s. w. Wir sind also — der Leser wird bereits den Kurbelmechanismus erkannt haben — von den losen Elementen der Abb. 228 zu einer Vorrichtung gelangt (Abb. 230), vermöge welcher eine je rechtzeitig wirkende horizontale Kraft gezwungen wird, eine Drehbewegung zu erzeugen, welche beliebig verwendet werden kann. Und dies nennt man eine Maschine. Eine Maschine ist hiernach ein Kraft umwandelnder Mechanismus. Abb. 232



228 bis 234. Die kinematischen Elemente der Maschine.

zeigt in einfacher Weise die praktische Ausführung: a, wieder hohl gestaltet, ist zum Dampfcylinder mit dem Fundament geworden und fest gelagert; b ist die Kurbel, durch Welle und Schwungrad vervollständigt, c die Schubstange, und das Gleitstück d ist zum Kolben, das Ganze eine Dampfmaschine geworden. Je nachdem man indessen einen anderen Teil wie a festhält, erhält man einen anderen Mechanismus, so daß man aus der Kette (Abb. 229) vier verschiedene Mechanismen und je nach der Art der Gestaltung und Kraftführung eine große Zahl Maschinen ableiten kann. Das Eigenartige an diesem Mechanismus ist die Schubstange c, vermöge welcher die kreisförmige Bewegung des Kurbelzapfens umgewandelt wird in die geradlinige des Kolbens. Dieses Organ (Abb. 227) ist also das originellste Glied des heute noch den Maschinenbau beherrschenden Mechanismus der Dampfmaschine.

Einige der wichtigsten und interessantesten kinematischen Ableitungen von diesem Mechanismus sind folgende: Wir machen das Glied b (Abb. 232) etwas länger und

halten es fest, die übrigen Teile annähernd in gleicher Weise bemessend. Es entsteht die Kurbelschleife, welche in dieser Form (Abb. 233), bei e treibend, verwendet wird, wenn es gilt, die gleichförmig rotierende Bewegung der Kurbel c in eine ungleichmäßig hin- und hergehende Bewegung zu verwandeln; die Bewegung des Punktes e ist schnell, wenn sich die Kurbel auf ihrer unteren Kreishälfte bewegt, und langsam, wenn sie sich oben befindet. — Noch häufiger wird der Mechanismus verwendet, welcher (Abb. 234) durch Festhalten des Gliedes c der ursprünglichen Schubstange entsteht. Wir machen die Führung a zum Dampfcylinder und das Prisma d zum Kolben; die entsprechenden Drehpunkte von a und b werden fest, und wir erkennen den Mechanismus der oscillierenden Dampfmaschine.

Noch ist einer anderen Verschiedenheit zu gedenken. Das Prisma d (Abb. 230), der Gleitklotz, ist durch eine Führung gezwungen, eine ganz bestimmte Bahn, hier eine geradlinige, einzuhalten. Prisma und Führung bilden ein Elementenpaar, wie wir es bei den Zapfen mit ihren Lagern wiederfinden. Sie befinden sich im „Zwangsschluß". Man kann die Führung aber auch oben offen lassen und das Prisma (Abb. 231) durch eine äußere Kraft zwingen, auf der Bahn zu bleiben, wie man auch oben offene Lager verwenden kann, wenn das Gewicht der Achse groß genug ist, um ein Herausspringen zu verhüten. Man nennt dies „Kraftschluß". So befindet sich ein an einem Faden herumgeschwungener Stein im Kraftschluß.

Solche Betrachtungen haben Veranlassung zu einer ganz neuen Wissenschaft, der Kinematik, gegeben, um deren Ausbau sich Franz Reuleaux besonders verdient gemacht hat.

So einfach sich hiernach die Festlegung des Begriffes „Maschine", Kraft umwandelnder Mechanismus, gestaltet hat, so unendlich verschieden sind die Formen und Verwendungen derselben, verschieden in Bezug auf die Art der eingeleiteten bewegenden Kraft — Wasser oder Wind, gespannter Dampf oder explodierendes Gas, von diesen erzeugte oder der Natur entnommene Elektrizität, Tier- oder Menschenkraft — verschieden nach den unendlich mannigfachen Verwendungen und verschieden endlich in der ebenso mannigfachen Gestaltung der Mechanismen an sich.

Wie alt ist nun wohl die Maschine? Sieht man von dem für unsere Technik grundlegenden Begriff der körperlichen Gelenkverbindung ab und erweitert man denselben in dem oben angedeuteten rein kinematischen Sinne; führt man statt der verbindenden Gelenke, statt des Zwangsschlusses, den Kraftschluß ein, der die Einzelteile aneinander hält, so ist die Maschine uralt, so alt wie die Welt. Durch Kraftschluß werden die Elemente unserer Welt zusammengehalten und in regelmäßige Bahnen gezwängt, und jene allmächtige, einst eingeleitete Urkraft hat den gewaltigen Anstoß gegeben, der, ewig vorhaltend und ewig sich umwandelnd — Kraft, Elektrizität, Licht, Wärme und gewiß noch manches andere — genau das zuwege gebracht hat, was wir unter dem Begriff der Maschine verstehen. Ziehen wir aber die Grenzen enger, verzichten wir auf jenen geheimnisvollen, die Welten zusammenhaltenden Kraftschluß und stellen wir sichtbare und faßbare Elemente und Gelenke zur Bedingung, auch dann ist die Maschine schon uralt, denn bereits das Tier erfüllt die Bedingung, und vor allem ist der Mensch eine recht vollkommene Maschine. Die in Form der Nahrung in Verbindung mit dem Atemprozeß eingeleitete Kraft wird durch den Menschen allein in weit mannigfacherer Weise verwandelt, als durch die Maschine, die der Mensch gebaut hat; und alle Bedingungen treffen zu, um das Tier, um den Menschen als eine Maschine, und sogar als eine höchst vollkommene Maschine bezeichnen zu dürfen.

Welche ist aber die erste künstliche, von dem Menschen erbaute Maschine? Auch hier kann man sehr weit zurückgehen, wenn man von reinem kinematischen Standpunkt aus den Kraftschluß zuläßt und die zielbewußte Umwandlung eingeleiteter Kraft durch zwangsläufig bewegte Körper als Erkennungszeichen annimmt. Der erste zum Knacken einer Nuß bewegte harte Körper, der zur Verteidigung geschwungene Knüppel, ja der geschleuderte Stein sind in diesem Sinne als Maschine zu betrachten, wennschon hier die Begriffe: Werkzeug und Maschine in nahe Beziehung treten. Schließen wir aber den freien Kraft-

schluß aus und verlangen wir das starre festhalten eines Gliedes, so müssen wir uns Reuleaux anschließen, welcher den Feuerquirl (Abb. 235) als älteste Maschine annimmt: ein festgelegtes mit einem Loch versehenes Stück trockenes Holz, in welchem ein zweites zwangsläufig schnell hin und her gedreht wird, in der Absicht, die eingeleitete Menschenkraft in Reibung und Wärme umzuwandeln. Man sieht indessen, wie die zugrundegelegte Erklärung maßgebend ist: gestattet man nämlich eine Lockerung in der Führung, setzt man statt des gebohrten Holzstückes ein mörserartig ausgehöhltes Stück harten Holzes, besser einen Stein, statt des Reibungskegels den Stößer, geeignet Kornfrucht zu zerkleinern — und wie ähnlich ist dies der oben erwähnten Vorrichtung zum knacken einer Nuß — so gelangt man wieder Jahrhunderte, vielleicht viele Jahrtausende zurück. Denn lange, bevor der Mensch gelernt hat, sich Feuer zu erreiben, hat er sich sicher Körner zerstoßen.

Lange, lange Zeit hindurch hat sich wohl der Mensch mit derartigen einfachsten Vorrichtungen begnügt, bis er gezwungen wurde, sich künstlich Nahrung zu verschaffen und den Boden zu bearbeiten: zuerst die Hacke, die Schaufel als Werkzeug, dann der von ihm selbst oder von einem Tiere gezogene Pflug, welcher dem Begriff der Maschine schon wesentlich näher liegt. Bald trat hierzu die Notwendigkeit, Wasser zu schöpfen, und die ersten mechanisch betriebenen Schöpfvorrichtungen dürften bereits dem strengsten Begriff der Maschine entsprechen. Wesentlich vervollkommnet mußten diese da werden, wo es galt, sich des Wassers zu erwehren oder es in größeren Mengen nutzbar zu machen, Einrichtungen, welche bereits einen hohen Grad der Technik voraussetzen. Diese, wie namentlich Leupold: Theatrum machinarum hydraulicarum (Leipzig 1774), liefern den Beweis, daß man schon vor Jahrhunderten über ein hochausgebildetes Maschinenwesen auf diesem Gebiete verfügte, dem viele als neu geltende Einrichtungen entnommen worden sind.


235. Die älteste Maschine: Quirlholz zum Feueranzünden. Nach Tylors „Early history of mankind“.

Einen weiteren Beitrag zur Ausbildung des maschinellen Wesens lieferte der Hausbedarf. Dem Webwerk ging die Spindel als einfachste Vorrichtung voran, welche schon der Steinzeit entstammt; und bereits die Pfahlbauer hatten Gewebe und damit sicher Einrichtungen primitivster Art, die Vorgänger der Webstühle. Auch die Tuchpresse, vielleicht die älteste Anwendung der Schraubenspindel, entstammt dieser Richtung.

Das Bestreben, runde Körper herzustellen, wie sie der mannigfache Bedarf erfordert, führte bald zur Einrichtung von Drehbänken, bei der die in allereinfachster Weise gelagerte Spindel, wie beim Feuerquirl gezeigt ist, durch eine Schnur hin- und hergedreht wurde, in einer Weise, die noch heute hier und da in Europa, vollständig gebrauchsmäßig aber u. a. noch in China Verwendung findet. Parallel mit diesem ging das bohren. Namentlich das ausbohren der Baumstämme für Brunnen und Wasserleitungen führte schon früh zu maschinellen Einrichtungen dieser Art. Und neben die friedlichen Einrichtungen des Hauses und dessen Bedürfnisse trat die Jagd und der Krieg, welche die Ausbildung des Wurfspießes zum Bogen und zur Armbrust im kleinen sowie zu den Kriegsmaschinen im großen erzogen. Der durch Windekraft gespannte Bogen stellte wohl den ersten mit Bewußtsein hergestellten Kraftsammler dar.

Wo die Menschenkraft selbst in ihrer Ansammlung nicht ausreichte, wurde zuerst die Wasserkraft herangezogen, während der Wind sich, abgesehen vom segeln, noch lange der

Ausnutzung entzog. Immerhin hat es etwa bis zum 15. Jahrhundert gedauert, bevor der Mensch diese Stufe erreichte.

Andere Wege zur Entstehung der Maschine führte der Bau. Dem bisher herangezogenen Nahrungsbedürfnis gesellte sich das Bedürfnis nach Schutz zu, welchem das Laubwerk, die Höhle zuerst allein genügen mußten. Der Mensch begann gebrochene Baumstämme oder Steine zusammenzutragen und sich daraus bedeckte Räume zu schaffen. Hier schon lernte er den Hebel, die Walze kennen und zum überwinden größerer Widerstände verwerten. Auch der Keil dürfte ihm bei dieser Gelegenheit bekannt geworden sein. Diese Werkzeuge führen bereits den Namen: einfache Maschinen, wennschon sie es in dem bisher besprochenen Sinne nicht sind. Lange Zeit wird vergangen sein, bevor das Seil und endlich die Rolle, die umgewandelte Walze, hinzutrat, aber Wunder waren es, welche der Mensch mit diesen einfachen Mitteln vollführte, vielfach sogar bereits ohne Seil und Rolle. Der Aufbau jener großartigen Steinblöcke, welche uns aus den ältesten Zeiten aufbewahrt sind, meist Grabdenkmäler, läßt sich nur erklären durch die Voraussetzung der Kenntnis des Hebels und der Walze, unterstützt durch zur schiefen Ebene aufgehäufte Erdmassen, die später wieder entfernt wurden; dagegen erforderten die gewaltigen Kunst- und Gedenkbauten, wie die Pyramiden, schon Rolle und Seil. So half die Bautechnik schon in frühen Zeiten die Maschinentechnik fördern, mit der sie übrigens bis in die neueste Zeit Hand in Hand ging. Noch vor einem halben Menschenalter unterstand das Maschinenwesen der Aufsicht des Bautechnikers, wie auch die ältesten Schreibwerke aus diesem Gebiete der Feder des Mathematikers oder des Bautechnikers entstammten. Erst in der Gestalt des Mühlenbauers löste sich der Maschinenbauer vom Bautechniker los, und in den Mühlen, Wasser- und Windmühlen, erkennen wir die ältesten vollkommeneren Maschinen.



236. Johann Friedrich Borsig.

Von einem eigentlichen Maschinenbau konnte indessen immer noch nicht die Rede sein, wennschon sich die Mechanik an sich längst durch praktische Ausführungen aller Art Bahn gebrochen hatte. Hiervon geben die alten Werke, wie die von Leonardo da Vinci u. a., weitgehendes Zeugnis. Erst mit der Einführung des Dampfes führte der damit stetig steigende Bedarf an mechanischer Kraft zu dem Übertragungsmittel derselben, zur Maschine in dem heutigen Sinne. Die Möglichkeit, alle die bisher oft recht mühsam von Hand bewirkten Herstellungen in weit größerem Maßstabe mechanisch bewirken zu können, ließ einerseits die Hilfsmaschinen für sich und anderseits die Betriebsmaschinen, die Motoren, sich entwickeln und verbreiten.

Die bereits von Heron von Alexandrien 130 v. Chr. in Betrieb gesetzten Spielereien mit dem Dampfstrahl, der aus dem Wasser gefertigten Luft, welche erst 1643 durch Torricelli physikalisch richtig erkannt worden, wurde wohl zuerst von dem Marquis von Worcester im Jahre 1663 praktisch verwertet, der eine Wassermaschine ausgeführt haben soll, wobei indessen mehr die Luftleere als der Dampfdruck in Wirksamkeit getreten

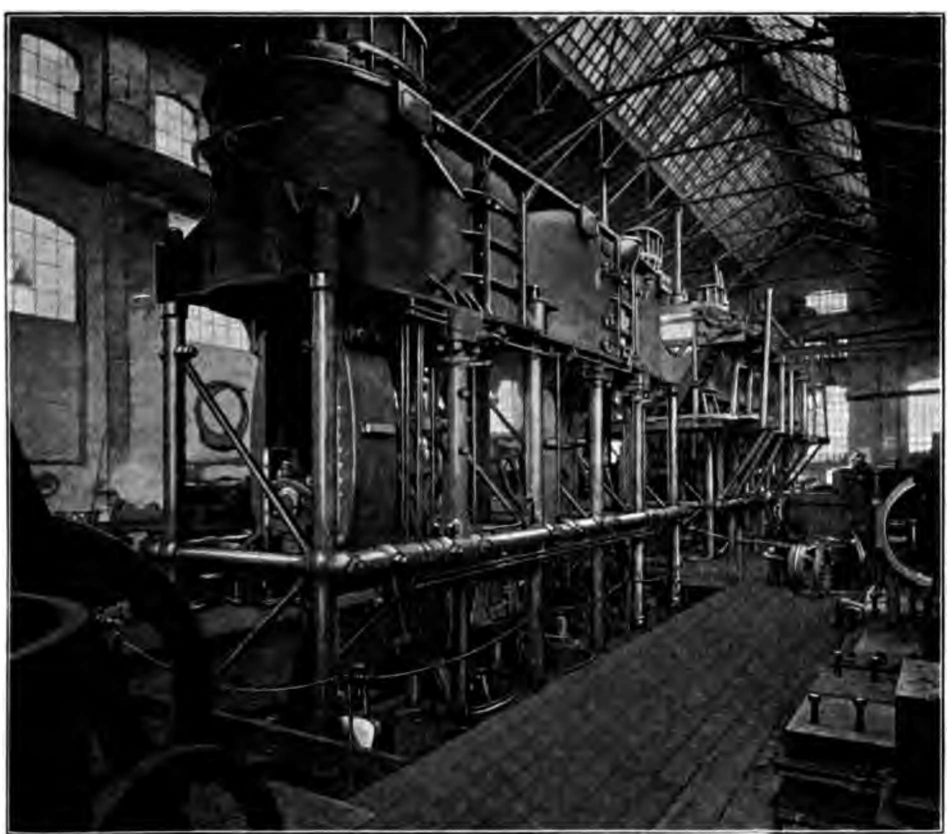
sein mag.*) Diesen, „die durch denselben auszuübende Federkraft“, wie er sich in seinem an den Grafen Zinsendorf gegen Ende des 17. Jahrhunderts gerichteten Briefe ausdrückt, benutzte zuerst der Marburger Professor Dionysius Papin, nachdem er an seinem bekannten Papinianischen Topf die Expansionsbestrebungen des Dampfes studiert hatte. Leider ist uns von ihm nichts hinterlassen, als ein im Kasseler Museum befindlicher eiserner Dampfcylinder, der von einer seiner Versuchsmaschinen herstammt. Papin ging zu Anfang des 18. Jahrhunderts nach England und starb dort. Ihm folgten auf diesem Gebiete die bekannten Männer Savery, Newcomen und Watt, welche jedoch den Hauptwert mehr oder weniger auf die durch Kondensation des Dampfes entstehende Luftleere legten. Noch die in den 70er Jahren gebräuchlichen Schiffsdampfmaschinen waren für niedrigen Druck bestimmt, obwohl bereits 1781 der Engländer Hornblower eine Doppelmaschine gebaut hatte, in welcher dem Dampfe eine weitergehende Ausdehnung gestattet wurde. 1804 verbesserte Woolf diese Maschine, aus welcher sich die heute herrschende Verbunddampfmaschine entwickelt hat. Während die Woolfsche Maschine mit zwei gleichlaufenden Kurbeln arbeitete, ähnlich wie die spätere Simssche Maschine mit hintereinander liegenden Cylindern, aus welcher sich die heutige Tandem-Maschine entwickelt hat, arbeitet die Verbund-(Compound)-Maschine an versetzten Kurbeln, zuerst an zweien, dann an dreien und jetzt sogar an vieren. Der erste Versuch, eine dreistufige Dampfmaschine zu bauen, ist bereits von John Elder in Glasgow im Jahre 1874 gemacht worden, mißglückte aber wegen der noch mangelhaften Kessel. 1878/9 baute Referent eine solche Maschine mit Steuerung nach dem System Willans für ein Dampfboot. Die Maschine befindet sich in den Sammlungen der Kgl. Fachschule zu Remscheid. 1881 erbaute Dr. Alexander Kirk die Maschine für den Schnelldampfer Elbe des Bremer Lloyd (Verein Deutsch. Ingenieure, 1892) und gewann damit den ersten hervorragenden Erfolg.

Einen besonderen Einfluß auf die Entwickelung der Dampfmaschine haben die Lokomotive, die Schiffsdampfmaschine und der Elektromotor ausgeübt. Wie bereits an anderem Orte angedeutet, ist das Eisenbahnwesen, die Lokomotive an der Spitze, die Lehrmeisterin für den Maschinenbau gewesen. Nach dem resultatlosen Vorgange von O. Evans in Philadelphia war es Georges Stephenson, welcher 1814 die erste Lokomotive baute. Für Deutschland trat Borsig (1804—1854) in Berlin hervorragend an seine Seite, dem sich Schwartzkopff in Berlin, Hentschel in Kassel, Schichau in Elbing und viele andere anschlossen. Schichau baute u. a. die ersten Verbund-Lokomotiven. Die außerordentlichen Anforderungen, welche die Schiffsmaschine an den Konstrukteur und den Maschinisten stellt, welche namentlich in der Neuzeit nie geahnte Kraftwirkungen hervorgerufen haben — wir bewegen uns jetzt bereits zwischen 20 und 30000 Pferdestärken — haben geradezu erstaunliche Leistungsfähigkeiten der Maschinenfabriken hervorgerufen. Wir erinnern an Schichau in Elbing, den Vulkan in Stettin, die Marinewerften in Kiel und Wilhelmshaven und die großartigen Anlagen dieser Art von Schweffel & Howaldt, an die Germaniawerft in Kiel, welche im Verlaufe der letzten vier Jahre allein für fremde Marinen 24 Kriegsschiffe gebaut haben, während sich 22 noch im Bau befinden.

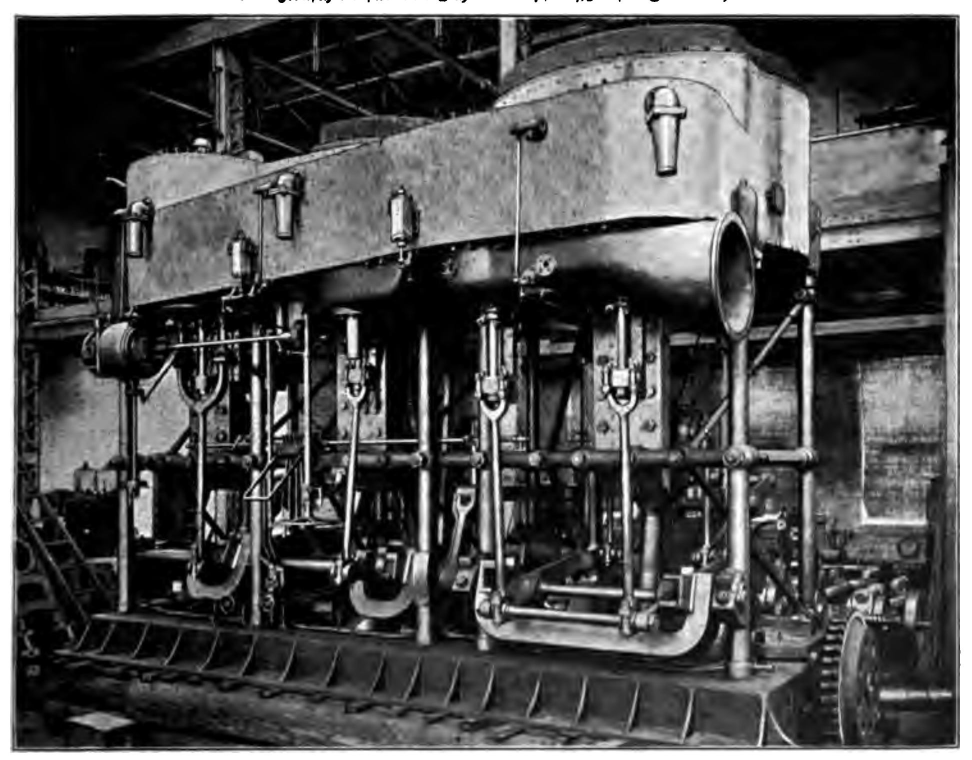
Die Schiffsdampfmaschine war es auch, welche Bewegung in die stationäre Dampfmaschine gebracht hat, bei welcher man sich noch bis vor kurzem trotz der Bestrebungen Radingers und anderer scheute, aus der gemächlichen Umdrehungszahl von 30 bis 40 herauszugehen. Und hier nun setzte besonders die Dynamo ein, welche den schnellen Gang geradezu forderte und erzwang. Schiffsmaschine, vielfach der Typus für die ersten Antriebe der Dynamos, und diese haben dem heutigen Motorenbau ein ganz anderes Gepräge aufgedrückt.

Neben der Dampfmaschine war es die Gaskraftmaschine (s. Bd. II), welche sich namentlich dem Kleinbetrieb widmete, nachdem die kalorische Maschine (Ericsson, Lehmann u. s. w.) wieder zurückgetreten war. Die Reihe begann mit Lenoir, welcher bald gegen die

*) S. Reuleaux, „Geschichte der Dampfmaschine“.



237. Maschine für den Schnelldampfer „Kaiser Friedrich“.



238. Maschine für S. M. Panzerschiff „Bayern“, gebaut von F. Schichau in Elbing.

Langen-Ottosche atmosphärische Gaskraftmaschine zurücktreten mußte, die heute noch in Thätigkeit ist. Indessen gewann Ottos Viertaktmotor das Feld; er steht heute noch an der Spitze. Durch Vergrößerung der Cylinder und Doppelanordnung ist er längst aus dem Rahmen der Kleinmotoren herausgetreten und hat sich mit einer Kraftentwickelung bis zu 1000 Pferdestärken in den Großbetrieb eingedrängt, wennschon seine Verwendung nicht nur durch die Größe, sondern auch durch die Art der Steuerung begrenzt erscheint. Das gleiche ist von dem heute an der Tagesordnung befindlichen Dieselmotor zu sagen, dessen Kompressionszündung einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete darstellt. In jüngster Zeit verwendet man neben dem bisher hierfür benutzten Leuchtgas auch das Generatorgas, Acetylen- und Wassergas, so daß es den Anschein hat, als ob dem Dampfe nunmehr eine allgemeinere Konkurrenz erwachsen möchte.



289. Ferdinand Schichau.

Trotz bester Ausnutzung desselben, zu welcher auch die von Schmidt vervollkommnete Überhitzung des Dampfes beitrug, hat der moderne Weg, die Kohle zu vergasen und dann explosiv zu verwenden, den Vorteil der höheren Ökonomie, der Kessel- und Rauchlosigkeit.

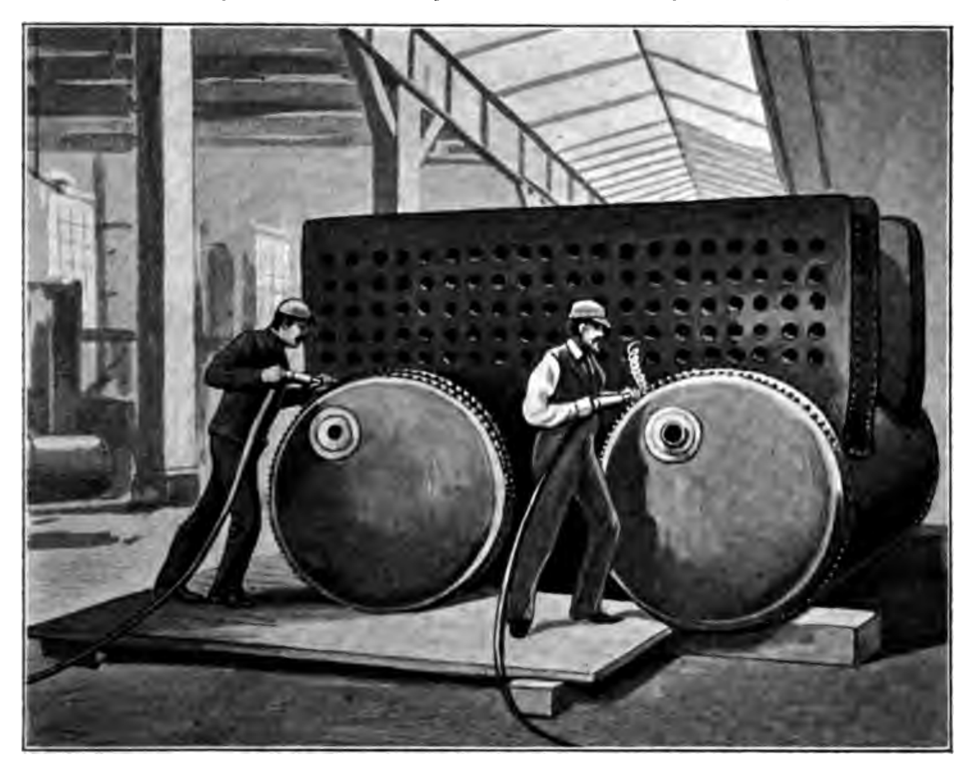
Auch das alte Wasserrad ist nur noch in entlegenen Thälern, wenn auch oft genug in unmittelbarer Nähe der lebhaftesten Industrie, durch moderne Einrichtungen verdrängt worden, wennschon es sich für gewisse Fälle siegreich erhalten dürfte. Vielfach ist die kleine aber kräftige Turbine an seine Stelle getreten, deren moderne Umwandlung, das Peltonrad, die Vermittelung zum Wasserrade übernimmt. Und als Vermittler zur Dampfmaschine hin hat sich die noch kleinere und noch kräftigere Dampfturbine von de Laval das Feld erobert.

Das Gebiet der Motoren darf nicht verlassen werden, ohne jener Bestrebungen zu gedenken, welche bereits mit Archimedes begannen und namentlich im Mittelalter ihre Blüten trieben, ohne indessen schon heute ganz ausgestorben zu sein. Sie sind geistreichen Mechanikern eigentümlich, welche nicht von der Wissenschaft geleitet werden: die Suche nach dem Perpetuum mobile. Auch der obengenannte Marquis Worcester hat sich

daran beteiligt. Die diesbezüglichen Arbeiten laufen etwa parallel denen der Alchemisten; sie haben nie ihr Ziel erreicht, gelegentlich aber manches Nützliche geschaffen. (S. Daul, das Perpetuum mobile.) —

Der Motor treibt mit Hilfe der Zwischenmaschine die Arbeitsmaschine.

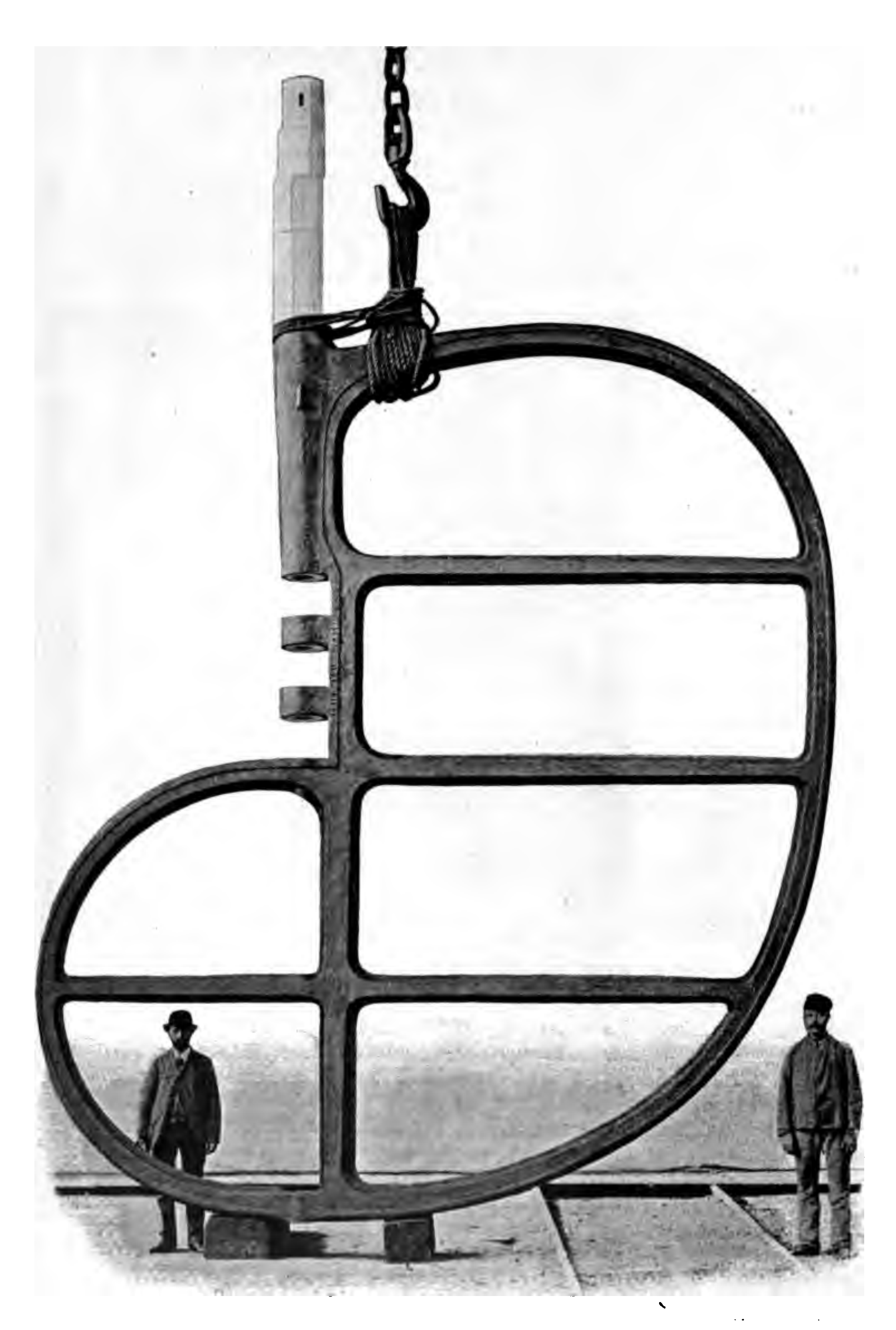
Auch diese Zwischenmaschine, die Transmission, hat große Änderung erfahren. Die starre Transmissionswelle, welche längst dem alten Gestänge an die Seite getreten war, für große Entfernungen aber nicht genügte, erhielt durch Hirn bereits Ende der 50er Jahre Ersatz durch das Drahtseil, welches große Entfernungen und Steigungen mit spielender Eleganz überwand. Daraus entsprang das Hanf- oder Baumwollenseil, als Mittelglied zwischen Riemen und Drahtseil. In ganz anderer Weise löste die Preßluft die Aufgabe der Kraftleitung auf weite Entfernungen. Ein großartiges Beispiel hierfür ist die Preßluftanlage, welche die den Quinessecfalls in Nordamerika entnommenen 5000 Pferdestärken durch eine 60 Zentimeter weite Rohrleitung 2 Kilometer weit der Grube Champion zuführt, während Popp in Paris ähnliche Druckluftanlagen ausgeführt hat. Hieran lehnt sich auch das Liernursche pneumatische Pumpsystem, bei welchem die Luftverdünnung die Rolle der Kraftfernleitung übernimmt (s. Abb. 318.)



240. Verstemmen von Kesseln mit Benutzung des Preßlufthammers.
(Schuchardt & Schütte in Berlin.)

Den am weitesten gehenden Eingriff aber machte in den letzten Jahren die elektrische Kraftübertragung. 1882 zeigte Desprez in München, wie durch Anwendung hoher Spannung große Entfernungen überwunden werden können, und seit jener Zeit hat die elektrische Kraftübertragung, unterstützt z. T. durch den Drehstrom, außerordentliche Erfolge errungen.

Der Aufschwung, den die elektrischen Zentralen in den letzten Jahren genommen haben, ist ein ungeheurer. Nach der „Elektrot. Zeitschrift", 1899 vom 6. Juli gibt es z. B. bereits 489 derartige Anlagen, von denen



241. Ruderrahmen aus Stahlguß für ein Panzerschiff (Fried. Krupp in Essen).

361 Gleichstrom mit Akkumulatoren
33 „ ohne „
33 Wechselstrom
33 Drehstrom
2 Monocyl. Generatoren
22 Drehstrom und Gleichstrom
5 Wechselstrom und Gleichstrom

besitzen. Die Gesamtleistung dieser Anlagen beläuft sich auf 168 320 Kilowatt. Von diesen waren 1888 erst 16 Werke in Betrieb gesetzt gewesen, so daß 473 Anlagen in den letzten 11 Jahren entstanden sind. Hierzu treten noch 123 im Bau begriffene. —

An die Kraftmaschine, den Motor, schließt sich die Arbeitsmaschine an, deren Einrichtung dem Zweck entspricht, welchen man mit Hilfe der Kraft erreichen will. Dieser Zweck ist gemeiniglich entweder die Änderung des Ortes, ortsändernde Maschinen, oder die der Form, formändernde Maschinen. Zu den ersten sind die Pumpen und die Gebläse sowie die hundertfältig verschiedenen Hebemaschinen zu rechnen, während die letzteren alle diejenigen Maschinen erhalten, bei denen eine Umänderung der Gestaltung des zur Herstellung der Körper dienenden Materials beabsichtigt wird. Hierzu sind die dem alten Webstuhl entstammenden zahllosen Maschinen der Textilindustrie (Arkwright, Crompton, Cartwright; s. Bd. VIII) sowie die Materialbearbeitungsmaschinen für Metalle, Holz ꝛc. zu rechnen, soweit die Zerkleinerung Nebenzweck, die Gestaltung des Körpers der Hauptzweck ist. Wir bezeichnen sie mit dem vielumfassenden Namen Werkzeugmaschinen. An diese schließt sich die verhältnismäßig kleine Gruppe der Zerkleinerungsmaschinen, Mühlen, Pochwerke, neuerdings die Desintegratoren u. s. w., welche im Gegensatz zu den Werkzeugmaschinen das zum Endziel haben, was diese als Abfall erzeugen.

Es liegt hier nicht in der Absicht, diesen unendlich verschiedenen Maschinen, welchen zum großen Teil an anderer Stelle eingehende Besprechung gewidmet worden ist, mehr Raum zuzuwenden; aber sie führen uns zu dem zurück, wovon wir ausgingen: zu ihrer Herstellung, zum Maschinenbau.

Der technische Verlauf des Baues einer Maschine führt über eine Reihe von Vorgängen, welche in ihren Einzelheiten in den Kapiteln: Eisengießerei, Schmiede, Werkzeugmaschinen und Kleineisenindustrie eingehend geschildert worden sind, so daß wir uns darauf beziehen dürfen.

Die Grundlage für den Bau ist die Zeichnung. Je nach der Art der Maschine und den Einrichtungen der Werkstätten handelt es sich hier um eine einfache Skizze, zuweilen wohl auch nur um eine Handskizze, welche allein dem Werkmeister als Richtschnur dient, oder um einen gewaltigen Satz Blätter, die Konstruktionszeichnungen, über welche bereits für eine einzige Maschine ein Register geführt werden muß, um alles übersichtlich zu halten. Einer solchen Arbeit liegt zunächst die Generalzeichnung zu Grunde, welche der erste Techniker anfertigt. Dieselbe, bereits in den verschiedenen Ansichten, enthält alle wesentlichen Teile mit ihren Hauptmaßen. Diese Zeichnung gelangt in einer Kopie an das Konstruktionsbureau zum „detaillieren“. Auf Grund der eingehenden Hauptmaße gehen die jüngeren Zeichner daran, die Einzelteile durchzuarbeiten und in allen ihren Teilen maßlich und formgerecht festzustellen. Auch diese Zeichnungen bleiben, wie jene Generalzeichnung, im Bureau, müssen also kopiert werden. Diese Arbeit liegt den jüngsten Kräften ob, welche den Namen „Pausknaben“ führen und als solche ihre Laufbahn zum Konstrukteur beginnen. Sie legen eine gewisse Gattung sehr durchsichtigen und doch festen Papieres, Pauspapier, auf die Zeichnung und zeichnen „durch“, bemühen sich also, eine möglichst getreue Kopie herzustellen. Hierbei gewinnen sie die erforderliche Fertigkeit im zeichnen und haben vorzügliche Gelegenheit, sich Formenkenntnis auf dem Gebiete des Maschinenbaues anzueignen.

Die so hergestellten Pausen werden entweder auf starkes Papier gezogen, man erhält dadurch widerstandsfähigere Zeichnungen, oder dem Lichtpausverfahren unterworfen, also abermals kopiert. Man kann auf diese Weise von einer Pause eine beliebige Anzahl Kopien anfertigen, was bei dem vorher genannten Verfahren nicht der Fall ist. Werden

also die Detailzeichnungen oft und viel gebraucht, so wird man das Lichtpausverfahren benutzen, während die einmalige Kopie nur da angewendet wird, wo eine Wiederholung des Verfahrens nicht notwendig erscheint. Auch die Lichtpausen, weiße Linien auf blauem oder braunem Grunde, schwarze Linien auf weißem Grunde, werden, falls das Papier an sich nicht schon sehr widerstandsfähig ist, auf starkes Papier gezogen und oft wohl noch, wie auch die direkten Kopien, lackiert, um sie reinigungsfähig zu machen. Diese Kopien wandern nun in die Werkstatt und dienen dem Werkmeister, dann dem Modelltischler, Schmied, Dreher, Hobler, Schlosser u. s. w. als Vorlage für die Bearbeitung.

Hiermit gelangen wir zum Rohstück. Dasselbe besteht aus Gußeisen oder Schmiedeeisen, nur in selteneren Fällen aus Rotguß, Bronze oder Temperguß. Dagegen hat sich der Stahlguß (Abb. 241) in den letzten Jahren mit bestem Erfolg eingeführt, seitdem man gelernt hat, Öfen mit entsprechend heißem Gang zu bauen. Der Stahlguß vereinigt die Eigenschaft des Gußeisens, schwierige Formen leicht anzunehmen, mit der sogar von ihm wesentlich übertroffenen Zuverlässigkeit des Schmiedeeisens.

242. Benutzung des Preßlufthammers unter Wasser. (Schuchardt & Schütte in Berlin.)

Eine beim groben Maschinenbau überaus wichtige Arbeit ist nun das der eigentlichen Bearbeitung vorhergehende Anreißen oder Vorreißen. Nur in kleinen Fabriken geschieht dies von dem betreffenden Arbeiter selbst, dem dann eine gewisse Intelligenz eigen sein muß. Im einfachsten Fall genügt ein mit dem Körner eingeschlagener Punkt oder ein mit scharfer Stahlnadel angebrachter Riß, welcher angibt, wie weit abgehobelt, abgestochen werden soll. Sind aber mehrere parallel, winkelrecht oder auch schief zu einander stehende Flächen zu bearbeiten, so erfordert das vorzeichnen oft eine sehr große Sorgfalt, sowie Kenntnis der Maß- und Meßinstrumente. In der Regel werden die betreffenden Stellen mit Kreide berieben, so daß die dort verzeichneten Risse scharf und klar hervortreten, und durch Körnerschläge festgehalten. Der die betreffende Werkzeugmaschine bedienende Arbeiter hat in diesen Fällen nichts weiter zu thun, als sein Stück so aufzuspannen und so weit abzuarbeiten, daß die Körner eben genau halb stehen bleiben.

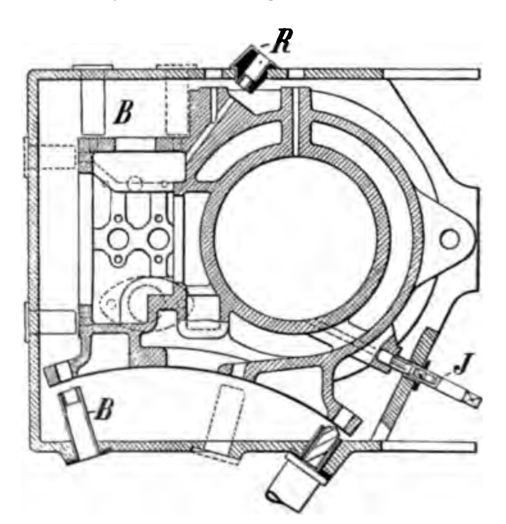
Diese Werkzeugmaschinen sind Bohrmaschinen, Drehbänke und Hobelmaschinen, denen sich in neuerer Zeit die Fräsmaschine (s. S. 126 u. 129) angeschlossen hat. In der Regel wird der aus der Schmiede oder der Gießerei gekommene Gegenstand mit Hilfe einer der drei zuletzt genannten Bänke an irgend einer Stelle eben bearbeitet, damit er auf die Anreißplatte gestellt werden kann. Dann folgt das anreißen, darnach die weitere Bearbeitung und zuletzt das bohren, welches oft genug zum Teil erst bei der Montage stattfindet.

Um die genaue Lage der zu bearbeitenden Flächen zu sichern, hat man Werkzeugmaschinen konstruiert, welche von mehreren Seiten her gleichzeitig arbeiten können, hobeln, fräsen und bohren, und deren Supporte, stahlhaltende verschiebbare, meist sich selbstthätig verschiebende Gestelle, von sich aus bereits in dem richtigen Winkel zu einander stehen.

243. Großgießerei von Gebr. Sulzer in Winterthur.

Solche Einrichtungen sind schon vor vielen Jahren in Amerika verwendet worden, z. B. in den Reaper works bei Chicago zum bearbeiten der Gestelle der Mähmaschinen. — Neuerdings hat man für Spezialzwecke Gestelle gefertigt, in welche der zu bearbeitende Maschinenteil eingebaut, eingespannt wird, und welche Führungen für die Werkzeuge besitzen, die mit absoluter Sicherheit eine immer gleichmäßig wiederkehrende Bearbeitung bewirken, so daß Hunderte desselben Maschinenteils auswechselbar abgeliefert werden können (vergl. Abb. 244 u. 245). Es ist dies im Grunde nichts weiter, als die Vervollkommnung der altbekannten Bohrlade, in welche man die mit verschiedenen Löchern zu versehenden Gegenstände einspannt, und welche die Führungen für diese Löcher enthält. — Nachdem die einzelnen Teile der Maschine genau nach Maß hergestellt worden sind, beginnt das zusammenstellen, die Montage. Dieselbe geht um so glatter vor sich, je besser die Details gezeichnet und je genauer die Einzelteile bearbeitet worden sind. Bei einer vollkommen vorgearbeiteten Maschine soll alles klappen. Selbst die zur Aufnahme der Verbindungsbolzen dienenden Löcher sollen zu einander und zu den betreffenden Schrauben passen. Das ist aber nicht immer der Fall und kann bei größeren Anlagen auch nicht immer

244. Ansicht des Bohrkastens von E. Kapitän in Frankfurt a. M.



245. Grundriß des Bohrkastens.

durchgeführt werden. Immerhin kommt es aber vor, daß eine Maschinenfabrik einen beschädigten Maschinenteil, z. B. einen Dampfcylinder auszuwechseln hat und denselben von der Werkstatt aus so vollkommen passend liefert, daß das Anbringen desselben ohne weiteres durchgeführt werden kann. Eine solche Leistung ist u. a. von der Maschinenfabrik Gebr. Sulzer in Winterthur (Schweiz) nach Norddeutschland hin bethätigt worden. Das setzt eine vollkommene Durcharbeitung der Maschine und eine sorgfältige Schablonenarbeit voraus. Im kleinen wird dies oft bewerkstelligt. Gewehre, Nähmaschinen und Fahrradteile müssen auswechselbar zu einander passen. Zuerst erschien diese vollkommene Durcharbeitung etwa zu Ende der 60er Jahre bei den amerikanischen landwirtschaftlichen Maschinen, für welche genau passende Reserveteile schon damals noch nach Jahren bezogen werden konnten.

Durch solche Bedingungen wurde die Feinmeßkunst im Maschinenbau groß gezogen: die Kunst, die Teile eines Gegenstandes in verschiedenen örtlich getrennten Werkstätten so herzustellen, daß sie zu einander passen. Das ist überaus schwer. Schon die

Differenz von einem 100stel mm, eine im gewöhnlichen Werkstattleben unmeßbare Größe, gibt bei kleinen Bolzen Lockerungen merkbarer Art. Längenunterschiede von einem 100stel mm lassen sich bei zwei nebeneinander liegenden Stäbchen fühlen, freilich noch nicht sehen. Indessen kommt diese zahlenmäßige Meßgenauigkeit in der Praxis wenig zur Geltung; man ersetzt das Maß durch die Lehre oder das Kaliber.

Unter Lehre versteht man im Maschinenbau ein haken- oder bügelförmig ausgearbeitetes Stück Stahlblech, dessen innere Weite dem betreffenden Maß entspricht. Hierhinein muß das Arbeitsstück genau passen, wenn es das richtige Maß haben soll. Das Gegenstück ist das Stichmaß, welches in die Höhlung des Arbeitsstückes passen muß. Für runde Höhlungen hat man ein volles Stichmaß, den Kaliberbolzen, welcher haarscharf auf das gewünschte Maß abgeschliffen und in das betreffende Loch des Arbeitsstückes genau hineinpassen muß. Das Gegenstück hierzu ist das Hohlkaliber oder der Kaliberring, zu welchem wieder die betreffenden Zapfen passen müssen. Stichmaß und Lehre, Kaliber und Ring, welche für miteinander arbeitende Stücke bestimmt sind, passen nicht zu einander. Ein Kaliberbolzen von 50 mm geht nicht in einen Kaliberring von 50 mm hinein, d. h. das Loch, zu welchem ein Kaliberring der angegebenen Größe gut paßt, muß etwas weiter sein, als 50 mm. Auf der richtigen Anwendung dieser Lehren und Kaliber in Verbindung mit unseren entsprechend sorgfältig gebauten Werkzeugmaschinen beruht die heutige Genauigkeit des Maschinenbaues, sowie die Möglichkeit der Massenfabrikation. Heute findet man in allen guten Fabriken die Normalkaliber in der Meisterstube und die möglichst genauen Kopien derselben auf den Bänken; etwas, was freilich noch vor zwanzig Jahren fast unbekannt war.

Aus solchen Arbeiten setzt sich, im wesentlichen ganz unabhängig vom Objekt, der Maschinenbau zusammen. Dabei ist es dem Arbeiter ganz gleichgültig, wozu das Stück gehört, ob es zu einem Spinn- oder Webstuhl, zu einer Färbereimaschine, Schnellpresse, einem Geschütz, einer Gas- oder Dampfmaschine, einer Werkzeugmaschine, Fahrrad oder Nähmaschine gehört. Der Maschinenbau liefert alles, was von Eisen, und vieles, was aus anderen Metallen zu fertigen ist, und teilt sich darin nur noch mit dem Kessel-, Schiffs- und Brückenbau, in ganz leichtem Anschluß an die Stellmacherei, welche er sich für landwirtschaftliche Maschinen, Waggonbau u. s. w. dienstbar gemacht hat. Der Unterschied der verschiedenen Maschinenfabriken liegt daher weniger in der Werkstatt als im Bureau, wenn man von den eigentlichen Spezialfabriken absehen darf.

Ist das zusammenstellen einer Maschine an sich schon eine hochinteressante Arbeit, auch schon, wenn das System nicht mehr neu ist, so ist das ingangsetzen derselben das höchste, das reizvollste auf diesem Gebiet. Freilich muß noch so manchmal nachgearbeitet werden, ehe alles klappt, und so manche Maschine kommt nicht anders in Gang, als auf dem Wege zum Schrott. Aber wenn anderseits so ein Ding zum erstenmal in die beabsichtigte Bewegung gerät, dann ist es auch ein Genuß für den Techniker, und die Freude des Personals und vor allem des Konstrukteurs und des Monteurs wiegt leicht alle die Mühen auf, welche der Bau gemacht.

Am höchsten ist dieser Reiz bei dem ingangsetzen eines selbständigen Motors z. B. einer Schiffsdampfmaschine, eines oft ungeheuren Komplexes von Kessel- und Maschinenteilen (Abb. 237 u. 238), der dem Laien nur als ein wüstes Durcheinander erscheint. — Zuerst wird Dampf gemacht. Die Kessel waren längst probiert und erfordern wenig besondere Beachtung. Die Zeit wird zur letzten Revision der Muttern, zum ölen und putzen benutzt. Jetzt ist die genügende Spannung erreicht; langsam öffnet der Maschinist das Ventil auf dem Kessel und läßt den Dampf in die Leitung, die sich fauchend erwärmt. Das sich massenhaft bildende Kondenswasser wird zischend und dampfend entlassen. Jetzt naht der erste wichtige Moment: Das Zulaßventil an der Maschine wird zunächst ganz wenig geöffnet, und zum erstenmal nimmt der Cylinder Dampf auf. Es bildet sich massenhaft Niederschlagwasser, welches zu den hier angebrachten Hähnen pustend herausströmt. In dem vorsichtigen anwärmen der Maschine besteht jetzt die Hauptsorge. Die Cylinder müssen erst auf Dampftemperatur kommen, bevor wirklich Kraft gegeben werden darf, und die einzigen Auswege für den wärmenden Dampf sind jene Cylinderhähne. Der Maschinenraum füllt sich mit warmem Nebel, der alles einhüllt und das Personal den

Blicken entzieht. Alles beschlägt und tropft; es wird unbehaglich. Jetzt hört das zischen auf; die Cylinderhähne werden bis auf ein kleines geschlossen, und der Dampf im Cylinder gewinnt an Spannung. Atemlos blickt das Personal auf die Kurbel, da, ein kurzer Ruck und dann ein sanftes, langsames drehen; die gewaltigen Massen setzen sich in Bewegung und wälzen sich durcheinander. Je nach dem Ton, den die Cylinderhähne von sich geben, dem zuweilen wohl auch, wenn nicht ganz vorsichtig angewärmt worden, das unheimliche Klatschen der Wasserventile sich zugesellt, werden dieselben geschlossen, und man vernimmt nur noch das atmen der Cylinder und das leichte stoßen der absichtlich noch locker gehaltenen Lagerstellen. Die Maschine geht, und befriedigt läßt sie der Maschinist im langsamsten Tempo laufen, immer noch die Lager mit Wasser durchspülend. Das reinigt und poliert die Flächen, bereitet sie vor zu ihrer wichtigen Aufgabe. Erst nach längerer Zeit wird, langsam austauschend, Öl gegeben.

Die Maschine arbeitet noch mit dem niedrigst anwendbaren Dampfdruck, ohne Kondensation; die Kondensatorpumpen arbeiten noch leer, es ist besser, das Neue nacheinander zu probieren. Nun werden die Kühlpumpen, welche bis dahin nur eben die Erhitzung des Kondensators zu vermeiden hatten, in regere Thätigkeit versetzt und die Öffnungen des Kondensators geschlossen. Das Vakuummeter bekommt Leben und die Maschine ein schnelleres Tempo. Schnarchend und dumpf polternd nimmt der Kondensator an der Arbeit teil, bis auch er durch regelrechten Schluß aller Hähne beruhigt wird und nur durch die ihm eigentümlichen dumpfen Stöße sich bemerkbar macht. — Die Maschine ist im Gang.

Haben wir bis hierher der Entstehung der Dampfmaschine einige Betrachtungen gewidmet, so bleibt noch die Frage zu erörtern: Wem verdanken wir den gewaltigen Aufschwung, den das Maschinenwesen in unserer Zeit genommen? Ist es die stetige, überall erkennbare Entwickelung, welche dies Gebiet auf die heutige Höhe geführt?

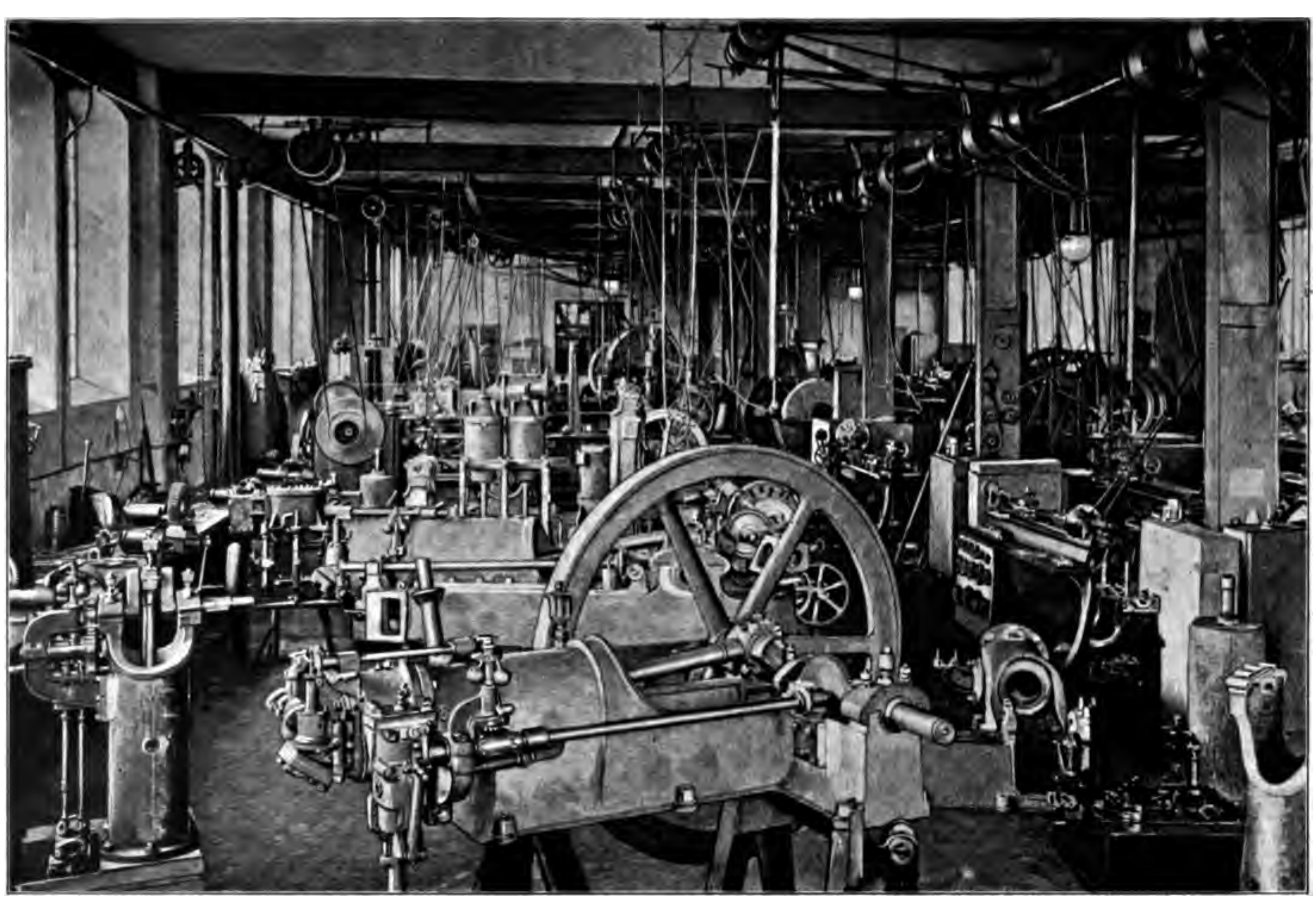
Nein. Ein kurzer Rückblick auf die Entwickelung des modernen Maschinenwesens zeigt, daß dasselbe erst seit dem Dasein der Dampfmaschine seine ungeheuren Fortschritte gemacht hat, und diese verdankt ihr Dasein der Kohle. Erst nachdem der Mensch gelernt hat, die gewaltige Arbeitsmenge zu verwerten, welche die Natur in der Kohle aufgehäuft hat, hat sich sein sinnen und trachten auf die Maschine geworfen, welche heute nahezu jedem Beruf unentbehrlich geworden ist; sogar der reinen Wissenschaft durch die Druckerei. Nebenher freilich haben auch die Wasserkraft und in kleinen Verhältnissen der Wind gearbeitet; aber es ist merkwürdig genug, daß auch diese Naturkräfte erst im Zeitalter des Dampfes zur größeren Entwickelung gelangt sind. Und noch eigenartiger erscheint es, daß man erst zu unserer Zeit wieder begonnen hat, der Wasserkraft die ihr zukommende Beachtung zuzuwenden und sie im größten Maßstabe im Verein mit der Elektrizität zu verwerten. Wir erinnern nur an die moderne Ausnutzung des Niagarafalles. Nach dem auffinden der Kohle hat sich die Menschheit Bedürfnisse anerzogen, denen sie sich nicht wieder entfremden mag, und beeilt sich nunmehr, unter dem Druck der starken Vermehrung, sich die Naturkräfte mehr als bisher nutzbar zu machen.

Und die Zukunft? Die Kohle wird von Jahr zu Jahr teurer, und auch die weitestgehende Ausnutzung der Wasserkraft kann nur einen geringen Teil ihrer Arbeitskraft ersetzen*); mit Bezug auf den transozeanischen Verkehr wird sie es nie können. Ob das neuerdings eingetretene Petroleum dauernd standhalten wird, ist sehr fraglich. Die Kontinente, heute durch die staunenswerten Leistungen der Dampfschiffahrt einander so überaus genähert, werden sich wieder entfernen und mehr und mehr wieder auf sich selbst angewiesen werden; und damit muß sich eine gewaltige Verschiebung der Verkehrs-

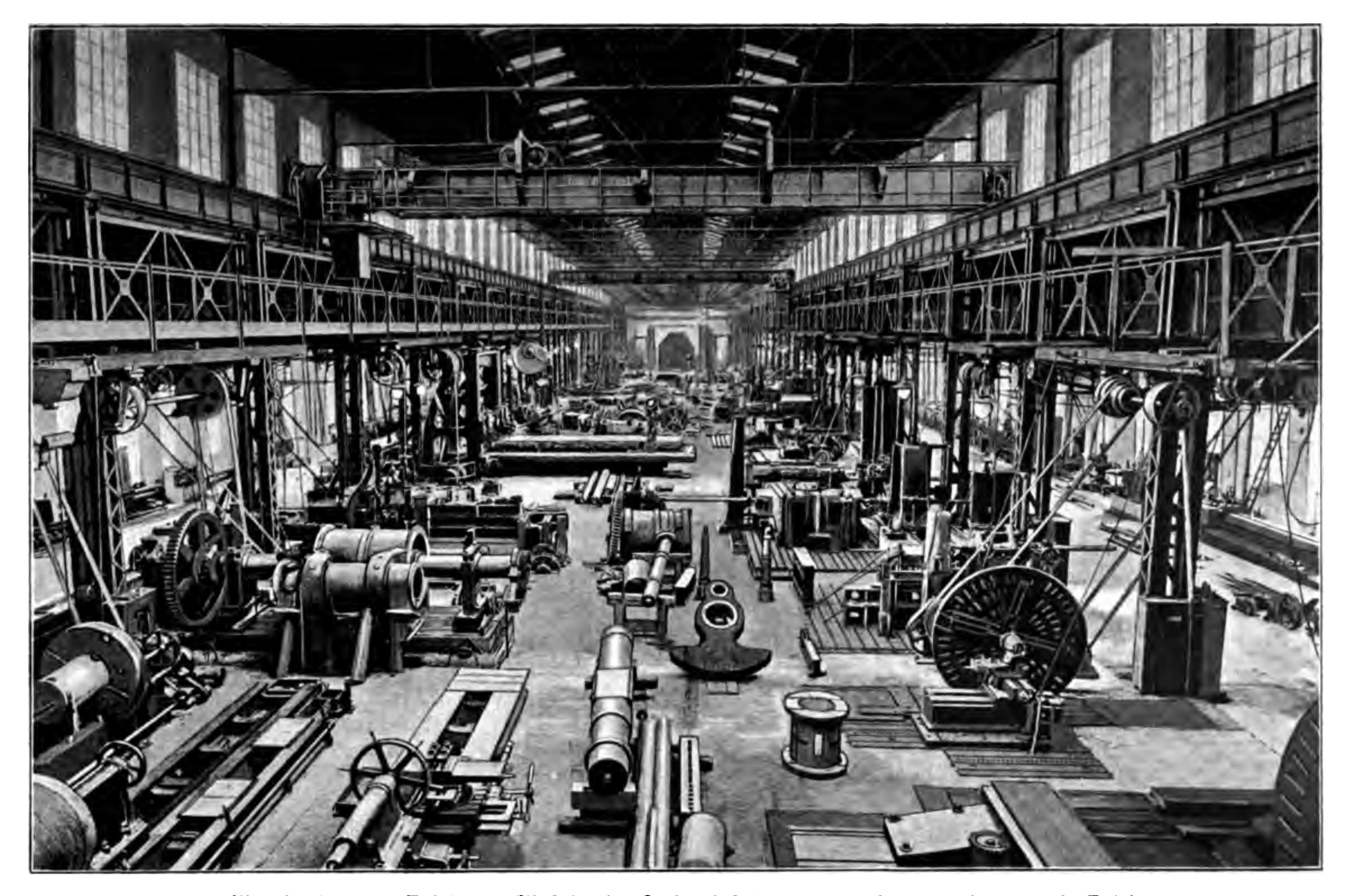
---

*) Am nächsten liegen uns noch die Windkraft und die Sonnenwärme, und vielleicht gelingt es, Akkumulatoren zu schaffen, welche eine regelmäßige Ausnutzung gewähren. In der Ebbe und Flut dürfte kaum das Erwartete liegen, und die Wasserkräfte werden daher die Kohle nie ersetzen. Der Rhein, bis zum äußersten zur Kraftentwickelung ausgenutzt, würde noch nicht das leisten, was heute an seinen Ufern der Dampfkraft obliegt. —

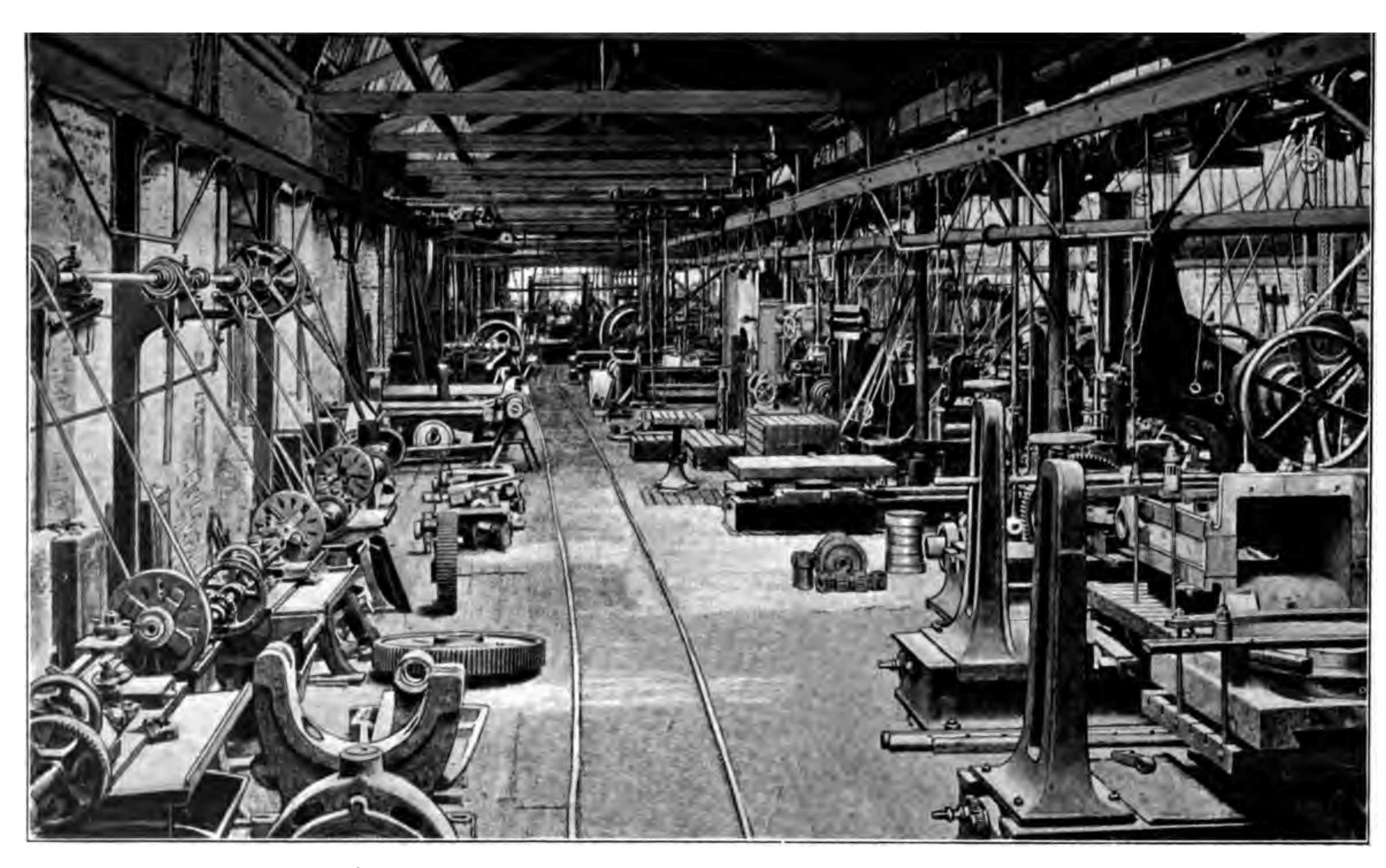
Der ungeheure Kohlenverbrauch läßt sich nach der Notiz beurteilen, daß aus dem Ruhrgebiet allein im Oktober 1897 3388670, im Oktober 1898 3670420 Ton durch die Eisenbahn abgeführt wurden. Oberschlesien lieferte zur selben Zeit 1294620 bezw. 1408876 Ton Kohlen.



246. Inneres einer Maschinenfabrik (Molitor & Co. in Heidelberg).



247. Maschinenhalle der Duisburger Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vorm. Bechem & Keetmann in Duisburg.



248. Dreherei der Werkzeugmaschinenfabrik von Ernst Schieß in Düsseldorf-Oberbilk.



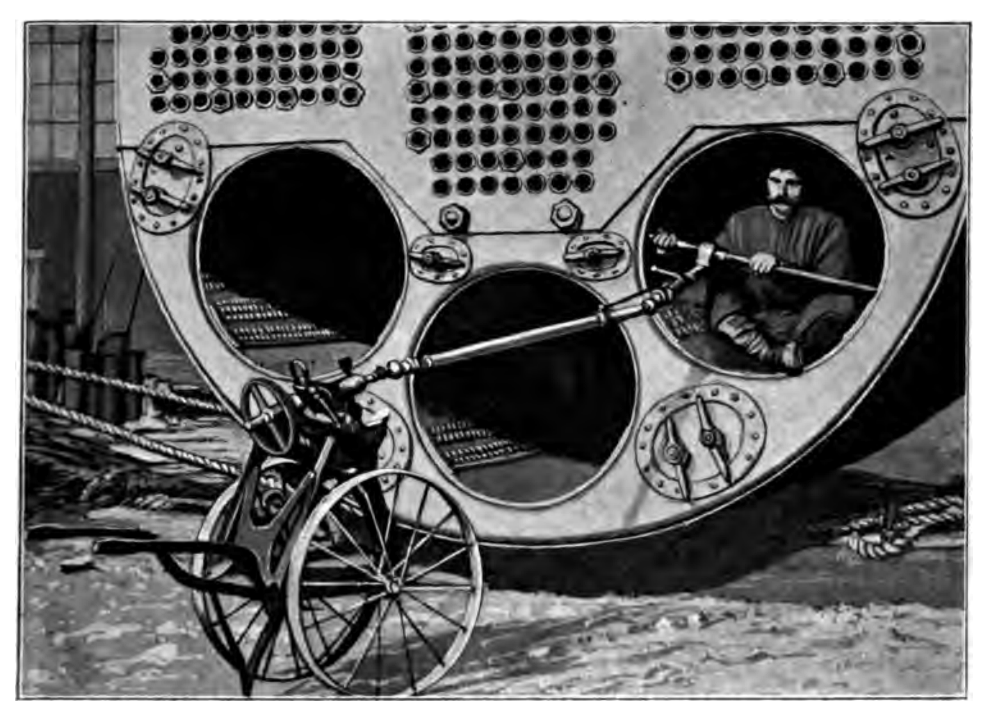


Leipzig, Otto Spamer, 1900.

…aschinenfabrik

maschinen hatte, bestand, findet man heute vielfach bereits die Modellfabrik getrennt von der Gießerei, von welcher die Maschinenfabrik die Gußteile bezieht; auch die Schmiedeteile, mindestens die schweren, werden von der Hammerschmiede, oft noch einem Anhängsel der Hütte, bezogen, und in der Maschinenfabrik selbst findet die Arbeitsteilung den weitesten Raum.

Die alte Maschinenfabrik lieferte alles, was aus Eisen war, und scheute sich als Kind des Mühlenbaues auch nicht vor der Stellmacherei, welche, namentlich für den landwirtschaftlichen Maschinenbau und in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens, die Gestelle lieferte. Da gab es selbst kleinere Anlagen, welche Pflüge und alle Arten landwirtschaftlicher Maschinen, Grabkreuze mit Vergoldung und Grabgitter, Pumpen, Dampfmaschinen und selbst Dampfboote lieferten. Das ist heute verschwunden oder wenigstens



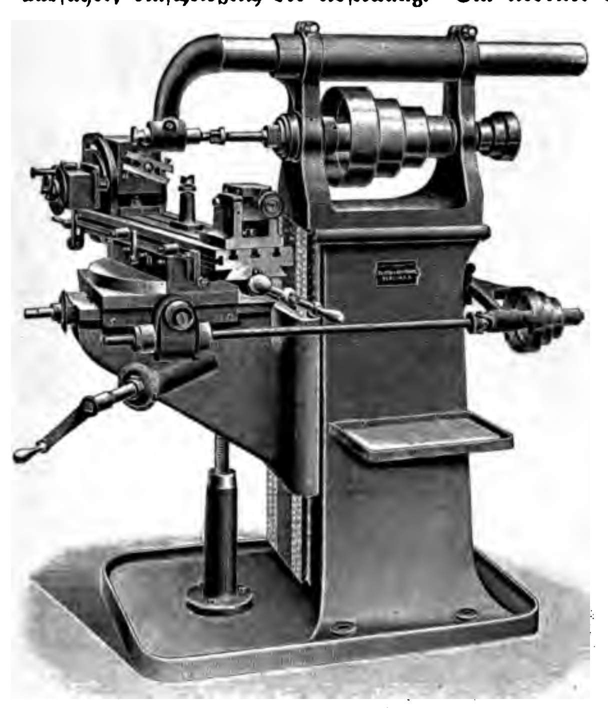
260. Transportable Bohrmaschine, System Kodolitsch.

nach den Grenzen der Industrie gedrängt. Das Streben der gut eingerichteten Maschinenfabrik ist die Spezialität: einige wenige Gattungen, diese aber bis in die feinsten Einzelheiten durchgearbeitet und auf das sorgfältigste ausgeführt.

Hand in Hand mit diesem Streben geht die Spezialisierung der Werkzeugmaschine.

Wie überhaupt noch vor knapp einem Jahrhundert war auch im Maschinenbau alles Handarbeit. Meißel, Hammer und Feile, als einzige Maschine schon früh die Bohrmaschine, das war alles. Der Stolz des Maschinenbauers noch in den 40er Jahren war es, eine gerade Gußfläche mit dem Meißel herzustellen, geschmiedete Wellen mit Meißel und Feile gangbar zu machen. Bald kam die Drehbank hinzu und lieferte damalige Wunder genauer Arbeit, unterstützt von den Fortschritten der Hütte, welche gewalzte Stangen besser zu liefern lernte. In allem schritt England voran, welches der Welt die Maschinen lieferte, wieder der Erfolg der dort zuerst gewürdigten Kohle. Namentlich waren es Maudslay (1771—1831) und Whitworth (1805—1887; s. den Abschnitt: Bolzen und Schrauben), welche die ersten besseren Werkzeugmaschinen schufen. Ihnen folgten in Deutschland Hartmann (1809—1878) und Zimmermann in Chemnitz. Dann übernahmen die Amerikaner die Führung, deren Modellen die heutigen Werkzeugmaschinen zum großen Teil entstammen. Zur Drehbank trat die Hobelmaschine und

die kleine Schwester derselben, die Shapingmaschine.*) Schüchtern brach sich die Fräsmaschine Bahn. Die erste deutsche Fabrik, welche diese Maschine selbständig nach eigenem System baute, war unseres Wissens Behne & Herz in Harburg, in den sechziger Jahren. Heute beherrscht die Fräsmaschine den ganzen feineren Maschinenbau (Kleineisenindustrie) und ist dabei, sich auch im groben Maschinenbau (fräsen der Riemenscheibe, Ersatz des hobelns durch fräsen) einzubürgern. Während auf der Drehbank alles gefertigt wird, was rund ist, also auf derselben Arbeiten von außerordentlicher Mannigfaltigkeit geliefert werden können — die Drehbank ist verhältnismäßig nur wenig Einzelarbeitsmaschine geworden (Bolzendrehbänke, Räderdrehbänke, Revolverdrehbänke) — muß die Fräsbank für jede Arbeit besonders eingestellt werden, die sie dann aber auch häufig durchaus selbständig ausführt, einschließlich der Abstellung. Ein Arbeiter kann also mehrere Fräsbänke bedienen, was bei der Drehbank nur ausnahmsweise der Fall ist. Die Fräsbank ist also im Gegensatz zur Drehbank außerordentlich geeignet, dieselbe Arbeit immer und immer zu wiederholen, welche, solange der Fräser gut bleibt — hierin liegt die Überlegenheit desselben gegenüber dem Drehstahl — mit außerordentlicher Genauigkeit und Gleichmäßigkeit ausgeführt wird. Die Fräsbank ist die Wiege der Massenfabrikation.



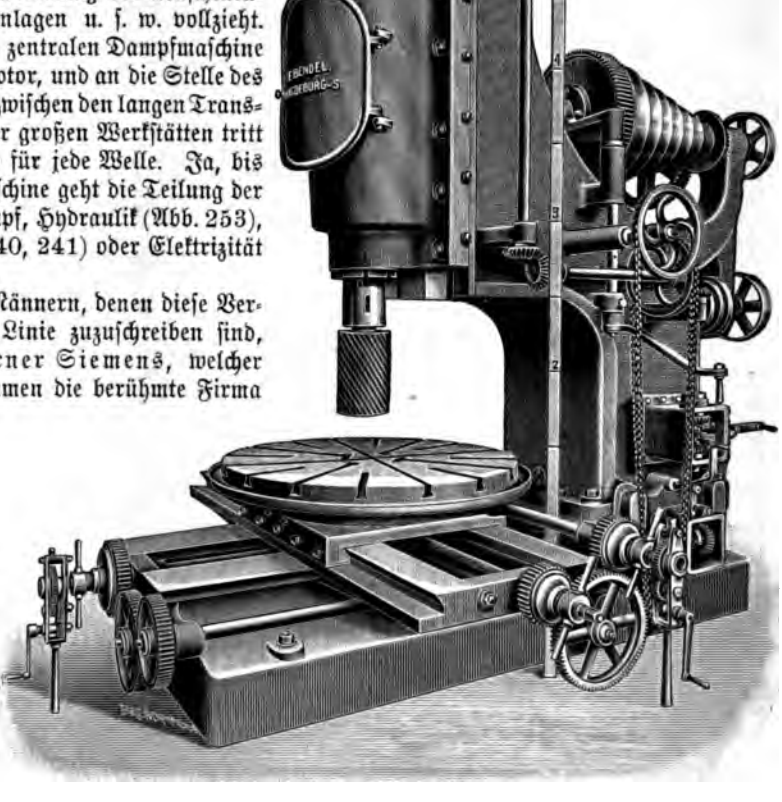
251. Universalfräsmaschine von Frister & Roßmann in Berlin.

Hierfür nur ein Beispiel. Von einem Gewehr verlangt man, daß sämtliche Teile mit den entsprechenden eines anderen gleichartigen Gewehres ausgewechselt werden können. Dieselben müssen also mit einer noch vor wenigen Jahrzehnten ungeahnten Genauigkeit gearbeitet sein. Das liefert die Fräsmaschine, wenn für jede mit ein und demselben Fräser herstellbare Form eine besondere Maschine vorhanden ist. Eine Gewehrfabrik besitzt also eine Unzahl einzelner Maschinen, von denen jede für einen ganz bestimmten Teil je der verschiedenen Gewehrteile eingestellt ist. So wird die Kammer eines gewissen von der Firma Ludwig Löwe in Berlin gelieferten Gewehres 113 mal umgespannt und von der letzten Maschine derart abgegeben, daß auch nicht mehr ein Feilstrich notwendig ist. Ebenso ist es mit vielen anderen Artikeln: Nähmaschinen, Schreibmaschinen u. s. w. Noch weiter geht man beim Fahrrad (s. dieses). Hier werden selbst Einzelteile je in besonderen Fabriken gefertigt, so daß sich die meisten sogenannten Fahrradfabriken nur mit dem zusammenstellen und dem Vertrieb der Fahrräder beschäftigen. — Der Fräsmaschine und der Drehbank hat sich noch eine Maschine an die Seite gestellt, welche zwar keine Massen bewältigt, aber dennoch eine große Bedeutung gewonnen hat durch die außerordentliche Genauigkeit ihrer Arbeit. Es ist die Schleifmaschine. Der Vorfahr ist ein plumpes Gerät, der bekannte Schleifstein, der aber schon seit den 50er Jahren im Maschinenbau zum rohen bearbeiten rauher Flächen verwendet wurde. Dann lernte man

*) Hier fehlt ein treffendes Wort. Die Übersetzung ergibt Feilmaschine, was aber der Arbeit der Maschine nicht entspricht. Das passendste würde Fein- oder Schnellhobelmaschine sein.

künstliche Schleifsteine, Schmirgelsteine fertigen, welche den Sandstein an Gleichmäßigkeit des Kornes, Schärfe und Haltbarkeit weit überragen. Schneller Gang und feines Korn führten hier zu außerordentlich sauberer Oberflächenbearbeitung. Aber erst als man begann, sich auch das Arbeitsstück drehen zu lassen*), gewann man den letzten Erfolg, die bis dahin unbekannt genaue Bearbeitung runder Flächen, wie sie bei Zapfen und Lagern, in Verbindung mit großer Härte dieser Teile, für den Maschinenbau von großer Bedeutung sind. Fügen wir noch die Einführung der Kugeln und Walzen für die Lagerungen hinzu, so haben wir ein Bild der neuesten Fortschritte, welche das Gebiet des Maschinenbaues zu verzeichnen hat, freilich ein Gebiet, welches noch bei weitem nicht durchgearbeitet worden ist. Dazu tritt die vollständige Umwälzung, welche sich zur Zeit in der Anordnung der Maschinenfabriken, Hüttenanlagen u. s. w. vollzieht. An die Stelle der zentralen Dampfmaschine tritt der Elektromotor, und an die Stelle des Riemengewirres zwischen den langen Transmissionswellen der großen Werkstätten tritt der Einzelantrieb für jede Welle. Ja, bis zur einzelnen Maschine geht die Teilung der Kraft, sei es Dampf, Hydraulik (Abb. 253), Preßluft (Abb. 240, 241) oder Elektrizität (Abb. 254).

Unter den Männern, denen diese Verdienste in erster Linie zuzuschreiben sind, nennen wir Werner Siemens, welcher mit Halske zusammen die berühmte Firma Siemens & Halske gründete und, gleichzeitig mit dem Engländer Gramme, die Grundlage für die Dynamomaschine entdeckte; ferner S. Schuckert in Nürnberg, denen in jüngster Zeit eine Reihe hervorragender Firmen, wie Lameyer in Aachen, die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin u. a. folgten (s. Band III).



252. Fräsmaschine mit senkrechter Spindel (E. Bendel in Magdeburg).

Aber diese Verteilung ist neuerdings durch die Preßluftwerkzeuge (vergl. Abb. 240 u. 241) in ganz eigentümliche Bahnen gelenkt. Man treibt heute nicht nur Werkzeugmaschinen einzeln durch Preßluft an, sondern nimmt sogar die Bohrmaschine, von Zwerg-

*) Die bedeutendsten Leistungen auf diesem Gebiete haben nach dem Vorgange von Brown & Sharpe, Providence die deutschen Fabriken Reinecker in Chemnitz und Lorenz in Karlsruhe aufzuweisen. Indessen findet man heute diese Schleifmaschinen bereits in allen gut eingerichteten Maschinenfabriken.

maschinchen getrieben, vom Gestell und gibt sie dem Arbeiter in die Hand, der, sie gegen den zu bohrenden Maschinenteil haltend, die Arbeit leitet, die das fleißige Maschinchen besorgt. Selbst den Meißel nimmt man dem Arbeiter aus der Hand, steckt ihn in das Preßlufthandstück, welches der Arbeiter an den zu behauenden Teil bringt, um verhältnismäßig mühelos den kräftigsten Span abzulösen.

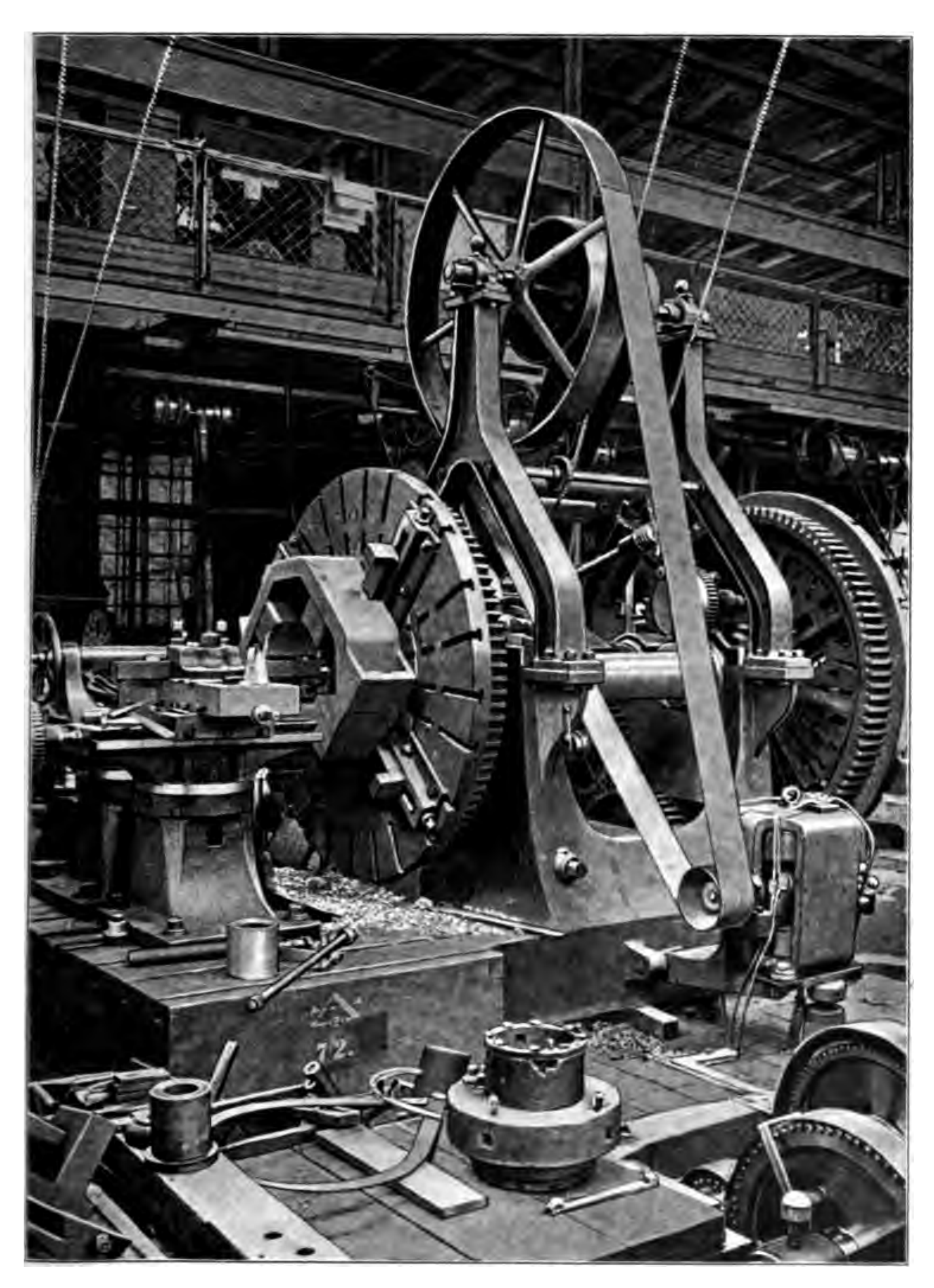
Auf dem heute die industrielle Welt beherrschenden Gebiet der Arbeitsteilung ist uns Amerika vorangegangen. Amerika hat den technischen Maschinenbau von England, den wissenschaftlichen Teil desselben von Deutschland erhalten und ist beiden mit Bezug auf Gesamtleistung vorausgeeilt. Das hat seinen Grund hauptsächlich in dreierlei: dem ungeheuren Bedarf, welcher am leichtesten zur Massenfabrikation führt, dem Mangel an Arbeitskraft, welcher zur Herstellung von Einzelmaschinen zwingt, und in der großartigen Unternehmungskraft des Amerikaners.*) Es ist schwer zu entscheiden, ob diese mehr dem dort reicher fließenden Kapital zuzuschreiben ist, oder mit der eigenartigen Erziehung des amerikanischen Volkes zusammenhängt. Von jeher die Auslese unternehmungslustiger Menschen, denen es in der Heimat zu eng geworden, ist diese Nation noch durch das Sieb eines großartigen Lebenskampfes gegangen, welcher Generationen hindurch alles für diesen Kampf zuschnitt. Was nicht paßte, ging unter, und so ist das heutige amerikanische Volk das Produkt einer scharfen Zuchtwahl. Da wurden die rücksichtslose Energie und der Unternehmungsgeist groß gezogen, welche den heutigen Amerikaner kennzeichnen. Demgegenüber hat der Deutsche jahrhundertelang in der Zwangsjacke der Armseligkeit gesteckt und erst durch die großartigen politischen Errungenschaften unseres Jahrhunderts sind das Selbstvertrauen, die Thatkraft und damit die Unternehmungslust, das angereicherte Kapital nicht zu vergessen, zurückgekehrt. Als segensreich im höchsten Grade hat sich die Aufmerksamkeit erwiesen, welche man in Deutschland dem Technischen Schulwesen zugewendet hat.



258. Hydraulische Nietmaschine.

Die Erfolge dieser Anstalten sind den Männern zu verdanken, welche — der Stolz des Deutschtums — es fertig brachten, dem Maschinenbau die wissenschaftliche Seite

**) S. Haedicke, „Die Kleineisenindustrie in Amerika“, „Stahl und Eisen“, 1891.



254. Räder- und Bandagendoppeldrehbank elektrisch betrieben.



255. Ferdinand Redtenbacher.



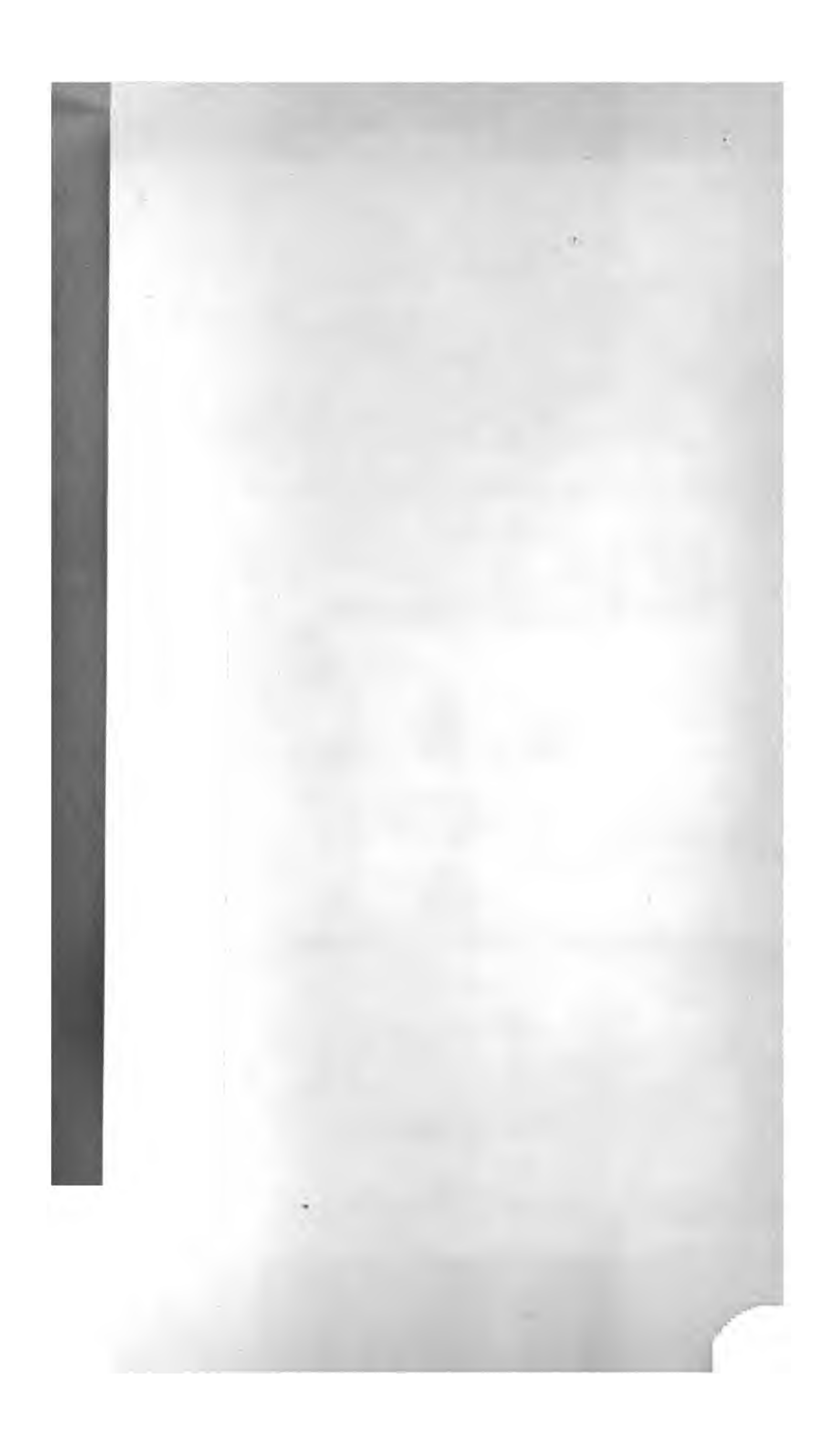
256. Karl Karmarsch.



257. Gustav Zeuner.



258. Franz Reuleaux.



abzuringen, welche dem Praktiker die Richtschnur gaben, nach der er zu arbeiten hatte. — Der Stolz des Deutschtums. Wenn England dank seiner Lage und seiner Schätze an Kohle und Eisen den Vormarsch übernehmen durfte zu einer Zeit, wo Bedarf und praktischer Verstand die Grundlage bildeten, so gelang es Deutschland, den Kern zu erkennen und der Praxis die Anweisungen zu erteilen, unterstützt freilich von der Intelligenz des französischen Nachbars, während wir in England vergeblich nach einem systematisch wissenschaftlich-technischen Unterricht suchen.

Zuerst war es Redtenbacher, geb. 1809 zu Stein in Österreich, welcher in Wien, Zürich und Karlsruhe seine Wirksamkeit entfaltete, zu gleicher Zeit mit dem Technologen Karmarsch, dem Gründer der technischen Hochschule zu Hannover, und dem Hydrauliker Weißbach in Freiberg. Dann folgte das Doppelgestirn Zeuner und Reuleaux, beide zuerst in Zürich. Zeuner ging nach Dresden, Reuleaux nach Berlin, und beide blicken jetzt, nachdem sie vor kurzem in den verdienten Ruhestand getreten, auf eine stattliche Reihe von jüngeren Kräften ersten Ranges, welche ihrem Beispiel folgen und rastlos voranstrebend der Jugend ihre Errungenschaften mitteilen.

Unsere technischen Hoch- und Mittelschulen gelten der ganzen Welt als Muster. Deutschland hat sich auf diese Weise wieder eine achtunggebietende Stelle auch auf dem Gebiete des Maschinenbaues erworben. Die nachstehende leider unvollständige Tabelle

Wert der ausgeführten Maschinen in Millionen Mark.

	1886	1888	1890	1892	1894	1896	1898
Großbritannien	212,7	263,8	344,2	286,8	282,9	340,1	367,4
Deutschland	49,2	57,7	67,5	62,6	88,4	115,4	138,6
Verein. Staaten	30,7	58,8	78,1	81,8	78,8	89,5	121,8
Belgien	33,2	22,7	37,5	31,1	39,6	50,7	53,2
Frankreich	23,7	29,4	39,5	30,1	34,9	29,6	35,2
Schweiz	14,4	15,8	18,3	16,4	20,5	24,3	30,7
Österreich-Ungarn	6,3	8,3	7,9	6,6	8,2	7,9	10,1

drückt dies zahlenmäßig aus, wenn auch den immer noch anhaltenden Fortschritt Nordamerikas. Aber auch dort sind es heute noch deutsche Techniker und deutsche Schulbildung, welche die Fortschritte stützen, wennschon man auch drüben, sowie in Rußland und den meisten anderen Ländern ernsthaft angefangen hat, dem technischen Schulwesen besondere Beachtung zu schenken.

Die in der vorstehenden Darstellung eingeschalteten Abbildungen sollen dem Auge vorführen, auf welchem Wege der Maschinenbau voranschreitet, wenige Beispiele aus einer schier unendlichen Reihe.

Ein gewaltiges Stück, eins der größten seiner Art, gleichzeitig das eigenartigste Glied der den Maschinenbau beherrschenden Dampfmaschine, die Pleuelstange unseres größten Schnelldampfers, beginnt den Reigen als eine hervorragende Leistung der Schmiedekunst, der sich als ein Erzeugnis der modernsten modellosen Formerei eine Seilscheibe (Abb. 243) und ein Riesenstück aus Stahlguß (Abb. 241) anschließen. — Die Abb. 248 und unsere Tafel führen uns in Fabriken der bedeutendsten Art, welche das Handwerkszeug der Maschinenfabriken, die Werkzeugmaschinen liefern, während uns die Abb. 246, 247 und unsere Tafel die Verwendung derselben zeigen, zu denen freilich auch wieder jene Werkzeugmaschinenfabriken zu rechnen sind: die Werkzeugmaschine ist naturgemäß wieder ein Erzeugnis der Maschinenfabrik. Und die Abb. 237 u. 238 endlich zeigen uns die gewaltigsten Leistungen des modernen Maschinenbaues, die in ihrer Kraftentwickelung noch vor zehn Jahren ungeahnten Betriebsmaschinen unserer schwimmenden Kolosse für Frieden und für Krieg.

In dem Wettlauf der Völker wird stets dasjenige die Führung übernehmen, welches am meisten zu leisten imstande ist für den Verkehr und die Wehr. Und hierzu führt nicht zum geringsten der Maschinenbau.

Die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie.

Dieser Teil des mächtigen Gebietes der Gewinnung und Verarbeitung des Eisens schließt sich mit Bezug auf die Verfeinerung des Rohmaterials an das Eisenhüttenwesen an und liegt mit Bezug auf seine Produkte zwischen dem Maschinenbau, der Grobschmiede und der Feinmechanik, in welche drei Gebiete er unmerkbar übergeht. Die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie hat mit der Grobschmiede oder mit der Maschinenschmiederei die primitiven Werkzeuge: Das Schmiedefeuer, Hammer, Zange und Amboß gemeinsam, mit dem Maschinenbau eine große Reihe von Werkzeugen sowie — in immer zunehmendem Maße — von Werkzeugmaschinen, und mit der Feinmechanik die Präzision und die sorgfältige Behandlung der Oberflächen, welche die Stahlwaren und feineren Werkzeuge erfordern.

Wie der rote Faden durch das Gewebe, zieht sich durch die genannte Industrie die Behandlung des Eisens. Wir teilen das vorliegende Gebiet daher in die Besprechung der Verarbeitung des Eisens im allgemeinen und der Gewinnung der hauptsächlichsten Produkte.*)

Allgemeiner Teil.

Die Verarbeitung des Eisens im allgemeinen, schweißen und löten.

Das Eisen als Rohmaterial der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie. Der Einfluß des Kohlenstoffgehaltes.

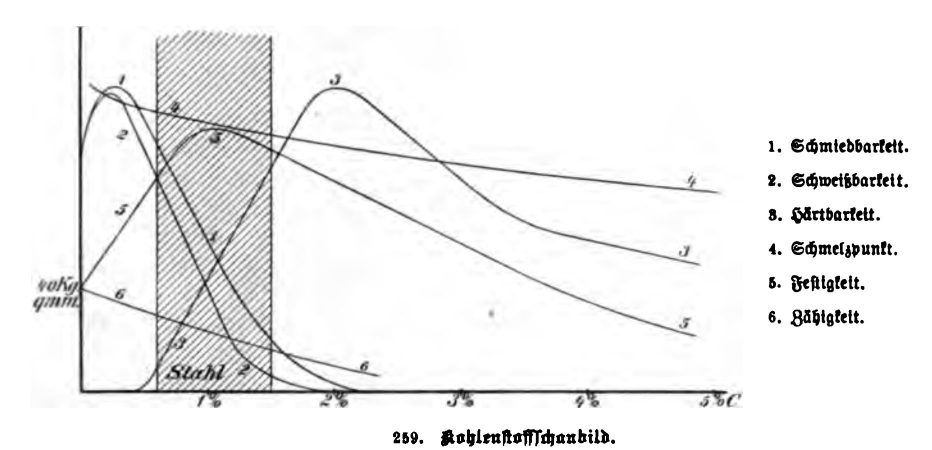
Das Rohmaterial ist Eisen in seinen verschiedenen Modifikationen: Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen. Chemisch reines Eisen ist ein sehr wenig verwendeter, für unsere Zwecke unbrauchbarer Körper, ein graues Pulver. Erst der Kohlenstoff macht es, und zwar bereits in Spuren, verwendbar: wenn auch immer noch sehr schwer schmelzbar, zeichnet sich das wenig gekohlte Eisen durch seine Schmiedbarkeit und leichte Schweißbarkeit aus und führt bis zu einem Gehalt von etwa 0,2 Prozent Kohlenstoff den Namen Schmiedeeisen. Ein größerer Gehalt an Kohlenstoff macht den Bruch körnig (Feinkorneisen). Mit etwa 0,6 Prozent tritt die wertvolle Eigenschaft der Härtbarkeit nach dem Ablöschen ein, und man nennt den Körper, solange er zusammen mit der Schmiedbarkeit diese Eigenschaft besitzt, Stahl. Die Schweißbarkeit tritt mit Zunahme des Kohlenstoffgehaltes zurück; dagegen wird der Körper leichter schmelzbar. Während es erst mit den neuesten Mitteln gelungen ist, Schmiedeeisen zu gießen — Flußeisen, Mitiseisen 2c. — konnte man den Stahl längst schmelzen, was in neuerer Zeit zu dem Stahlguß geführt hat. — Diese Eigenschaften, Härtbarkeit, Schmiedbarkeit und Schmelzbarkeit behält das Material bis zu etwa 1,5 bis 2 Prozent Kohlenstoff bei, mit welchem Gehalt die Schmiedbarkeit und die Schweißbarkeit völlig verschwinden. Bei größerem Kohlenstoffgehalt tritt die Schmelzbarkeit in den Vordergrund, und man nennt das Material mit 3,5 bis 5 Prozent Kohlenstoff Gußeisen. Die Härtbarkeit bleibt nur für die äußere Rinde bestehen.

Die genannten Eigenschaften werden durch oft schon sehr geringe Mengen von anderen Körpern verändert. Phosphor macht das Gußeisen flüssiger, mindert aber die Festigkeit. Schmiedeeisen und Stahl werden durch Phosphor kaltbrüchig, d. h. sie brechen leicht in kaltem Zustande, und zeigen dabei einen körnigeren Bruch als unter sonst gleichen Umständen ohne Phosphor. — Schwefel macht das Schmiedeeisen sehnig und gibt dem kalten Material eine gewisse Weichheit, ist also günstig bei kleinen Nieten, Schwarzblech und ähnlichen Verwendungen für die Verarbeitung in kaltem Zustande, erteilt dem Eisen jedoch die üble Eigenschaft des Rotbruches; das letztere wird beim Schmieden leicht unganz und verträgt das warme biegen schlecht. Mangan, welcher Körper vom hüttentechnischen

*) Vergl.: Haedicke, „Über die rhein.-westf. Kleineisen- und Stahlwarenindustrie“, „Stahl und Eisen“, 1886, Nr. 8.

Standpunkte aus nicht gut zu missen ist, wirkt auf größere Härtbarkeit — kann in diesem Sinne den Kohlenstoff ersetzen — mindert aber die Zähigkeit. Auf Härtbarkeit und feines Korn wirken auch Silicium, Arsen, Chrom, Zinn, Titan und namentlich Wolfram, letzteres in hohem Maße, gleichzeitig auch auf leichte Magnetisierbarkeit (Magnetstahl). Eine besondere Rolle spielt in der Neuzeit das Nickel, welcher Körper namentlich dem Panzerplattenmaterial zugesetzt wird und demselben eine große Festigkeit und Dehnbarkeit erteilt.

Das Verhältnis dieser wichtigen Eigenschaften ist in dem Kohlenstoffschaubild (Abb. 259) graphisch dargestellt worden, bei welchem die Bewegung nach rechts hin, der die auf der Horizontalen angegebenen Kohlenstoffzunahme von 0—5% entspricht, während der Abstand von dieser Linie nach oben die Stärke der betreffenden Eigenschaft angibt. So ist die Schmiedbarkeit, Linie 1, bereits bei einem sehr geringen Kohlenstoffgehalt sehr groß und verschwindet mit etwa 2%. Ähnlich verläuft die Schweißbarkeit, Linie 2. Die Härtbarkeit, Linie 3, beginnt etwa erst mit 0,5% und erreicht bei 2% die größte Höhe, während der Schmelzpunkt, Linie 4, zuerst außerordentlich hoch liegt und mit der Zunahme des Kohlenstoffes heruntergeht.



259. Kohlenstoffschaubild.

Die mit etwa 40 kg/qmm beginnende Zugfestigkeit des Schmiedeeisens, Linie 5, steigt bis 1 Prozent Kohlenstoff auf etwa 100 kg und fällt dann schnell ab. Die Zähigkeit (Dehnbarkeit), Linie 6, welche sich durch die Verlängerung bis zum zerreißen zahlenmäßig ausdrücken läßt, beginnt mit 40 Prozent und fällt bei 1,5 Prozent Kohlenstoffgehalt auf 6 Prozent. — Die Herstellung dieser verschiedenen Gattungen des Kohleneisens findet der Leser in dem „Hüttenwesen“ (Band V) eingehend behandelt. Den verschiedenen Erzeugungsarten entsprechen die mannigfachen Namen. Da dieselben im folgenden vielfach verwendet werden müssen, sei zur Vermeidung von Verwechselungen zunächst eine Zusammenstellung derselben unter kurzer Angabe der Herstellungsweise gebracht.

Schmiedeeisen.

Schweißeisen, entweder durch puddeln oder aus Eisenabfällen durch zusammenschweißen hergestellt.

Flußeisen, sauer oder basisch (entphosphort), in der Birne oder im Martinofen erzeugt.

Rohstahl.

a) Hergestellt durch entkohlen des Gußeisens:

Holzkohlen-Rohstahl, auf dem Frischherd erzeugt;
Puddelstahl, aus dem Puddelofen.
Beide führen auch den Namen Schweißstahl.

b) Durch kohlen des schmiedbaren Eisens:

Zementstahl, durch glühen von Schmiedeeisenstangen in Kohlenpulver;

Bessemerstahl, nach dem Darbyverfahren, durch zusetzen von Kohlenpulver zum bessemern beim entleeren der Birne (direkte Kohlung).

c) Durch mischen von Schmiedeeisen und Gußeisen:

Bessemer-Mischstahl, durch Zusatz von Spiegeleisen in der Bessemerbirne nach dem völligen entkohlen;

Martinstahl, durch zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Gußeisen, sauer oder basisch;

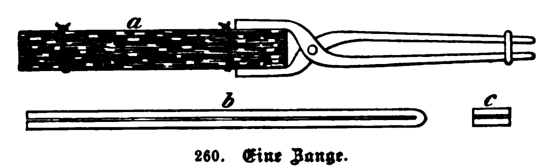
Parrystahl, durch zusammenschmelzen im Kupolofen.

Dem **Rohstahl**, welcher in der Kleineisenindustrie keine Rolle spielt, tritt gegenüber der **raffinierte Stahl**.

Der Rohstahl entbehrt der notwendigen Homogenität und des feinen Kornes, welche beiden Eigenschaften er erst durch das raffinieren erhält. Außerdem zeigt jeder Stahl, welcher in flüssigem Zustande entstanden oder dem Schmelzpunkt zu nahe gebracht worden ist, ein grobes Korn und damit eine geringe Festigkeit; erst durch mehrfaches durchschmieden oder verwalzen stellt sich das feine Korn und damit die gewünschte Festigkeit ein. Gleichzeitig ist man durch mischen verschiedener Stahlsorten in der Lage, dem Produkt die erforderlichen Eigenschaften zu geben, dasselbe dem Zwecke anzupassen.

Die verschiedenen Raffiniermethoden sind: zusammenschweißen, zusammengießen und zusammenschmelzen.

Das zusammenschweißen führt zum eigentlichen **Raffinierstahl**. Rohstahl wird zu Plattenschienen(Rippen) von etwa 8 mm Dicke und 80 mm Breite ausgereckt, zu einem hohen Paket, wie es die dazu verwendete Zange gestattet, „eine Zange voll“, zusammengelegt und zunächst mit dem einen Ende verschweißt (Abb. 260a). Gewöhnlich sind es etwa zwanzig Lagen, welche der Schmied noch gut zu fassen im stande ist. Das schweißen geschieht in mehreren Hitzen hintereinander, bis sämtliche Rippen vereinigt sind. In der Regel wird die Stange, welche dabei durch das stattfindende Recken eine beträchtliche Länge erreicht hat, in der Mitte durchgehauen; jedes Stück wird dann einzeln weiter verarbeitet. Dasselbe wird nun zunächst „gebogen“ (Abb. 260b) und in diesem Zustande zusammengeschweißt, so daß nunmehr eine Stange entsteht, welche vierzig Lagen enthält. Dies Verfahren wird nun mehrmals wiederholt, die Lagen werden stets gedoppelt, und es entsteht so ein gut durchgeschmiedetes Produkt, welches vermöge der Eigenschaft des Kohlenstoffes, sich im glühenden Material zu verteilen, ziemlich homogen ist. Es ist dies der beliebte, sehr wertvolle und trotz des feinsten Gußstahles immer noch viel begehrte **Raffinierstahl**. Er ist seiner Entstehung nach sehr gut schweißbar und wird deswegen auch als Schweißstahl verkauft. Trotz seiner Homogenität kann er seine Entstehung nicht verleugnen und zeigt in gebeiztem oder abgenutztem Zustande, wie unsere alten guten Tafelmesser oder die alten Schwerter, ein sehniges, aderiges Gefüge und infolge der Sägenwirkung selbst der feinstgeschliffenen Schneide einen sehr guten Schnitt.



260. Eine Zange.

Der in flüssigem Zustande erzeugte Rohstahl, Flußstahl, wird vielfach dadurch möglichst gleichmäßig gemacht, daß man mehrere Tiegel in einen großen entleert und aus diesem erst in die Formen gießt. Auf diese Weise erreicht man die gewünschte Gleichmäßigkeit in der Verteilung des Kohlenstoffes. — Die Verfeinerung des Kornes geschieht durch wiederholtes walzen. Es führt dies zu dem **Gußstahl**. Gußstahl ist also in diesem Falle ein raffinierter Flußstahl.

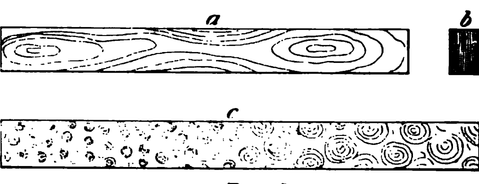
Endlich kann das raffinieren auch durch zusammenschmelzen erfolgen. Rohstahl verschiedener Art wird zu Stangen ausgereckt, gehärtet und zu kurzen Stücken zerschlagen. Diese werden, sorgfältig sortiert, in einem Tiegel oft unter Zusatz verschiedener Körper eingeschmolzen. Darauf erfolgt dann die Verfeinerung des Kornes durch mehrfaches walzen oder durchschmieden. Es führt diese Methode zu der feinsten Gattung Stahl, dem **Tiegelgußstahl**, welcher durch **Huntsmann** in England und **Krupp** in Deutschland zu großer Berühmtheit gebracht worden und heute von verschiedenen Fabriken, wie **Bischof** in Duisburg, **Ber-**

gische Stahlindustrie-Gesellschaft in Remscheid, Böhler in Wien u. a. in großer Vollkommenheit hergestellt wird.

Eine besondere Art Raffinierstahl ist der Damaststahl, welcher in dem Abschnitt „Klingen" des weiteren besprochen ist. Derselbe unterscheidet sich, soweit es den echten europäischen Damast betrifft, von dem eigentlichen Raffinierstahl lediglich dadurch, daß statt einiger Stangen Stahl abwechselnd Eisenrippen eingelegt sind. Auch werden die Stahlgattungen dem Zwecke entsprechend verschiedenartig ausgewählt. Das zusammenschweißen erfolgt genau wie beim Raffinierstahl bis in der Regel zu 320 Lagen, entspricht also dem viermal gebogenen Raffinierstahl. Die Japaner biegen noch viel öfter und erhalten so den überaus geschätzten, feinaderigen Stahl für ihre Klingen.

Wird eine so hergestellte Klinge gebeizt, so treten die Stahllagen durch ausätzen der weicheren Schmiedeeisenteile hervor, und man nimmt das Aderwerk sehr deutlich wahr. Dasselbe entspricht dem Aussehen des längs geschnittenen Holzes (Abb. 261 a u. b). Durch stempeln und nachheriges ausgleichen durch abschleifen oder glattschmieden erhält man mehr oder weniger regelmäßige Figuren (Abb. 261 c), welche dem Namen Rosendamast und ähnlichen anderen entsprechen. Im allgemeinen ist hiernach der rohe echte europäische Damast, a, und der gestempelte echte Damast, c, zu unterscheiden.

Die Damastläufe der Gewehre werden durch aufwinden von Draht auf einen Dorn und nachheriges verschweißen hergestellt. In der Neuzeit verwendet man auch Ringe, welche über einem Dorn zusammengeschweißt werden und etwas bequemer zum Ziel führen.



261. Damast.

Wenig mit dem Damast als Material hat das sog. „Damaszieren" zu thun. Man versteht unter Damaszieren einfach das Verzieren blanker Stahlflächen durch einätzen oder gravieren. Dabei handelt es sich stets um gefällige künstlerische Figuren, die mit den Figuren des Damaststahles keine Ähnlichkeit haben, wenn es sich nicht um eine plumpe Fälschung derselben handelt. Solche Damaszierungen findet man an den Klingen oder besseren Schlittschuhen, häufig mit Vergoldung verbunden.

Eine nachahmende Art des Damaszierens bildet das aufdrucken von Bildern oder Verzierungen und nachheriges Ätzen, welches Verfahren bei minderwertigen Stahlwaren Verwendung findet (siehe: Schutz und Verschönerung der Oberflächen, Seite 160).

Das Gußeisen als solches spielt in der Kleineisenindustrie eine weniger hervorragende Rolle. Es findet Verwendung zu den hier vorkommenden Gestellen. Nur bei geringwertiger Ware ersetzt es das geschmiedete Eisen. Dagegen hat es hier, zu Tempereisen umgewandelt, eine große Bedeutung. Hierzu wird das sogenannte weiße Gußeisen verwendet, eine Modifikation des gewöhnlichen grauen Gußeisens, bei welcher der Kohlenstoff chemisch an das Eisen gebunden ist. Aus solchem Material werden viele Gegenstände, selbst Scheren, Gartenscheren, Zangen u. s. w. gegossen. In diesem Zustande sind sie indessen noch völlig unbrauchbar; sie brechen bei leisem Schlag. Um das Material schmiedbar zu machen, werden die Gußstücke in oxydierenden Stoffen, wie Zinkoxyd, körnigem Roteisenstein, Hammerschlag oder Walzschlacke und ähnlichen Körpern — selbst Sand genügt vermöge der enthaltenen Luft — verpackt und längere Zeit, oft mehrere Tage hindurch, einer dunklen Rotglut ausgesetzt. Der Sauerstoff des Packmaterials wandert in das Gußeisen hinein, nimmt den Kohlenstoff an sich und wandelt es in schmiedbares Eisen um. Die Gegenstände erhalten dadurch die gewünschte Brauchbarkeit. Durch zementieren, glühen in Kohlenpulver oder verkohlten organischen Materialien, kann dann bei Schneidwaren eine Rückkohlung bewirkt werden, eine Umwandlung in Stahl, und damit die für die Schneiden wünschenswerte Härtbarkeit erzeugt werden. — Das Tempern spielt namentlich bei Gegenständen der Massenfabrikation, die auf dem Wege der Handschmiederei oft nur schwer herzustellen sind, eine große Rolle. Das gießen gestattet Formen, welchen oft der geschickteste Schmied nicht gewachsen ist, und gutes Tempereisen erfüllt alle Anforderungen, welche man an geschmiedete Warestellen kann.

Die Behandlung des Eisens und des Stahles im Feuer.

Das Schmiedefeuer der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie unterscheidet sich von den unter dem Kapitel „Schmiede“ angeführten Feuern durch nichts, als zuweilen durch die dem Arbeitsstück angepaßte, daher manchmal geringe Größe, sowie etwa durch einzelne von dem gewöhnlichen Gebrauch abweichende Eigenheiten. So findet man in den Nagelschmieden zuweilen vier Arbeiter zu den vier Seiten eines freistehenden Schmiedeherdes, von denen jeder einen zum Blasebalg führenden Tritt zur Verfügung hat. Das Feuer hat die Größe eines halben, flach liegenden Mauersteines und arbeitet mit der denkbar sorgfältig geleiteten Bedienung außerordentlich sparsam. — Andere Abweichungen liegen in dem Material. Die Kettenschmiede, viele Solinger und neuerdings auch andere Schmiede arbeiten mit Kleinkoks, anstatt mit Steinkohle. Es ist dies Koks, welcher durch Maschen von 20 mm gefallen und von solchen von 12 mm aufgehalten worden ist. Auch die englischen Werkzeugschmiede bedienen sich solchen Materials. Dasselbe wird häufig in der einen Ecke der Esse hoch angehäuft, so daß gleich hier der Vorrat, anstatt wie gewöhnlich unter der Esse, liegt und das Feuer nahezu mit demselben in Verbindung steht.

Über die neuere Art, das Feuer mit Kohle oder Kleinkoks zu bedienen, welche allerdings namentlich für die Kleinschmiede von Bedeutung ist, ist in dem Kapitel „Schmiede“ das Erforderliche mitgeteilt worden.

Die Gefahren, denen das Schmiedestück im Feuer ausgesetzt ist, beruhen zunächst in der Wirkung des Sauerstoffes der Luft. Wir haben es nämlich im Schmiedefeuer mit drei Faktoren zu thun: Temperatur, glühender Kohlenstoff und Sauerstoff. Wird Eisen bei hoher Temperatur mit Sauerstoff zusammengebracht, so verzundert es. Bringt man es aber unter möglichster Abhaltung des Sauerstoffes mit dem glühenden Kohlenstoff zusammen, so wird die Oberfläche sogar reduziert, d. h. etwa gebildetes Oxyd (Hammerschlag) wird durch entfernen des Sauerstoffes in reines Eisen zurückgewandelt. Es ist nun klar, daß die Gefahr, das glühende Eisen mit Sauerstoff zusammenzubringen, um so größer wird, je näher man mit demselben an die Düse geht. Man muß daher im Gegenteil diejenige Stelle aufsuchen, welche die meiste Garantie für Abwesenheit des Sauerstoffes bietet, die Stelle der höchsten Weißglut, wo sicher aller Sauerstoff möglichst verzehrt ist und auch sonst alle Bedingungen erfüllt sind, daß etwa bereits verzundertes Eisen reduziert werde. Dies spielt, wie wir bei Betrachtung des schweißens sehen werden, eine große Rolle.

Eine andere Gefahr liegt in der zu langen Einwirkung der hohen Temperatur. Das Eisen erhält dann eine körnige Struktur und bricht leicht, wenn es nicht gut durchgeschmiedet wird. Man gibt also die hohe Temperatur nur dann, wenn man schweißen will oder die Absicht des guten verschmiedens hat. Ist nur eine geringe Formveränderung beabsichtigt, so begnügt man sich mit der Rotglut.

Dasselbe, was hier für Schmiedeeisen gesagt ist, gilt für Stahl in noch höherem Maße. Denn hier liegt nicht nur die Verzunderung als Gefahr vor, sondern auch der Verlust an Kohlenstoff, der gleichbedeutend ist mit der Verminderung der Güte des Stahles. Man muß also beim Stahl ganz besonders die Weißglut aufsuchen, und zwar eher die Seite hinter der Düse — beim Unterwind nach oben — als die entgegengesetzte, nach der Düse zu.

In der Praxis bezeichnet man beides, das Verderben des Stahles durch den Wind — entkohlen — wie die zu starke Erhitzung, mit dem unklaren Ausdruck „verbrennen“ und gibt die einander widersprechendsten Mittel zur Wiederherstellung so verdorbenen Stahles an, die dann natürlich selten zum Ziel führen. Man muß daher sorgfältig unterscheiden zwischen überhitztem und verzundertem Stahl. Überhitzter Stahl bricht leicht aus und zeigt auf dem Bruche ein grobes glänzendes Korn. Hier hilft ein nochmaliges überschmieden der Spitze, wie es bei Besprechung des Raffinierens erläutert worden. Ist dagegen der Stahl im Luftstrom gewesen, also verzundert, so zeigt er dies dadurch, daß die Schneide, die Spitze, nicht steht; der Stahl packt nicht oder wird mindestens leicht stumpf. Es muß also wieder Kohlenstoff hinzugefügt werden, was durch

ablöschen des Stahles in Thran oder durch ein sonstiges Zementierverfahren geschehen kann. Dagegen wird man sich vergeblich bemühen, überhitzten Stahl durch ablöschen in Thran oder verzunderten Stahl durch überschmieden wieder brauchbar zu machen.

Weitere Vorsichtsmaßregeln beziehen sich auf die mechanische Behandlung des Stahles. Zunächst muß die Zahl der Erwärmungen so gering wie möglich sein, da schon bei der Bewegung des glühenden Stahles durch die Luft — vom Feuer zum Amboß — eine Entkohlung der Oberfläche stattfindet. Man nimmt deswegen passend vorgewalzten Stahl, um die Schmiedearbeit möglichst zu vereinfachen. Ferner soll man den Stahl nicht stauchen. Man kann den gewalzten Stahl, obwohl er körnig erscheint, mit einem Drahtbündel vergleichen, welches, wenn in der Richtung seiner Fasern gedrückt, die Neigung zeigt, zu spalten. Und endlich soll man die allerletzte Schärfung stets durch schleifen herstellen, wieder um der Verringerung des Kohlenstoffgehaltes Rechnung zu tragen, die beim letzten glühen oder beim anlassen nicht ganz zu vermeiden ist.

Die Wahl des Stahles.

Die Wahl des Stahles hängt naturgemäß von der beabsichtigten Verwendung und dem Kohlenstoffgehalt ab. Zunächst sollte man womöglich reinen Kohlenstahl verwenden, falls nicht aus besonderen Gründen andere zusätzliche Körper erwünscht erscheinen, wie Wolfram, Chrom oder Titan für besondere Härte (Spezialstahl). — Mangan ist vom hüttenmännischen Standpunkt aus oft erwünscht. Es kann den Kohlenstoff in Bezug auf die Härtung unterstützen oder etwa im Verhältnis von 1:5 ersetzen und gestattet ferner eine leichtere Behandlung im Feuer. Er mindert aber die Zähigkeit des Stahles.

Die älteren Fabriken führen die Bezeichnungen 1—7 für die verschiedenen Härtegrade, die durch den Gehalt an Kohlenstoff, Mangan u. s. w. erhalten worden, wobei 1 die größte und 7 die mildeste Härte bezeichnet. Neuerdings, wo der reine Kohlenstahl mehr und mehr beliebt wird, gestaltet man, nach dem Vorgange der Bergischen Stahlindustrie-Gesellschaft zu Remscheid, die Nummern so, daß man direkt den Kohlenstoffgehalt erkennen kann: Stahl Nr. 8 z. B. enthält 0,8, Stahl Nr. 13 1,3 % Kohlenstoff. Hierdurch wird die Auswahl wesentlich erleichtert. Die letztere hat auch die Form der anzuwendenden Schneide und den Umstand in Rücksicht zu ziehen, ob die Schneide Stößen ausgesetzt ist oder ruhig zu arbeiten hat.

Besonders maßgebend ist naturgemäß der zu bearbeitende Stoff. Für Holzbearbeitung genügen die Nummern 6—8, für Stahlbearbeitung müssen 10 bis 15 genommen werden. Hartgußwalzen dreht man mit Spezialstahl. Letzterer ist oft naturhart, d. h. er gestattet bereits ungehärtet die Verwendung zum drehen von Schmiedeeisen, ist aber außerordentlich schwer zu schmieden. — Feine, schlanke Schneiden erfordern eine höhere Nummer, als stumpfwinkelige; ganz schlanke Schneiden, wie die der Rasiermesser trotz des weichen zu behandelnden Materials, einen hohen Kohlenstoffgehalt. Ebenso macht man Feilenhauermeißel aus sehr hartem Stahl, Nr. 13 und 15, weil hier zwar nur ungehärteter Stahl zur Bearbeitung vorliegt, aber große Stöße in Rücksicht zu ziehen sind.

Das Härten des Stahles.

Das Härten des Stahles hängt mit dem Zustand zusammen, in welchem sich der Kohlenstoff desselben befindet. Im allgemeinen besitzt das warme Eisen, ganz besonders das flüssige, eine außerordentliche Auflösungskraft für den Kohlenstoff. Wie wir aus der Herstellung des Darbystahles wissen, genügt das einstreuen von Kohlenpulver in die aus der Birne fließende Masse, um ihn sofort zu lösen und zu verteilen. Läßt man aber Kohleneisen, namentlich wenn noch Silicium anwesend ist, langsam erkalten, so scheidet sich ein Teil des Kohlenstoffes aus und erteilt dem Bruch ein graues Ansehen. Das Material bleibt weich, Stahl wie Gußeisen. Löscht man dagegen ab, so wird die Ausscheidung je nach der Schnelligkeit des ablöschens mehr oder weniger gehindert, und das Material wird hart, Gußeisen nur in der Rinde, Stahl weit tiefer, event. durch und durch. Wärmt man gehärteten Stahl nach, so scheidet sich je nach dem Grade des nachwärmens mehr oder weniger Kohlenstoff aus, und der Stahl wird weicher.

Hierauf beruhen die Manipulationen beim härten des Stahles: Glühen, Ablöschen, Nachlassen.

Das Glühen. Da der Stahl in den allermeisten Fällen erst gehärtet wird, wenn er seine vollendete Form erhalten hat, so handelt es sich hier meist um ein verhältnismäßig kostspieliges Stück, welches mit besonderer Vorsicht behandelt werden muß. Alle die genannten Vorsichtsmaßregeln sind ängstlich zu beachten: die Luft nach Möglichkeit abzuhalten und gleichmäßig, langsam und nicht zu stark zu erwärmen. Man findet daher eine Reihe von Verfahren zum glühen im Gebrauch, welche mehr oder weniger den genannten Gefahren begegnen sollen.

Am einfachsten ist die Verwendung des Schmiedefeuers, was allerdings eine gute Sachkenntnis erfordert. Namentlich darf der Wind nicht mehr angestellt sein, als eben zur Erzeugung einer genügenden Glut erforderlich ist; dann ist Sorge zu tragen, daß



262. Muffelofen und offenes Gashärtefeuer.

sich zwischen der Düse und dem Arbeitsstück kein hohler Raum befindet, und das Feuer muß gut dicht sein. Da ferner die Steinkohle häufig Schwefel enthält — er zeigt sich in Form kleiner messinggelber Plättchen oder in Krystallen als Schwefelkies — so lasse man das Feuer erst gut durchbrennen oder nehme Koks statt Kohlen oder noch besser Holzkohlen. Wenn es die Größe des Arbeitsstückes erlaubt, mache man erst den gesamten Haufen gut glühend, stelle den Wind so weit wie thunlich, womöglich ganz ab und lege dann erst das Stück in die Glut.

Für ganz kleine Gegenstände genügt oft eine gute Gasflamme, die man aber leuchtend, sogar etwas rußend halten muß, wieder mit Rücksicht auf den schädlichen Sauerstoff.

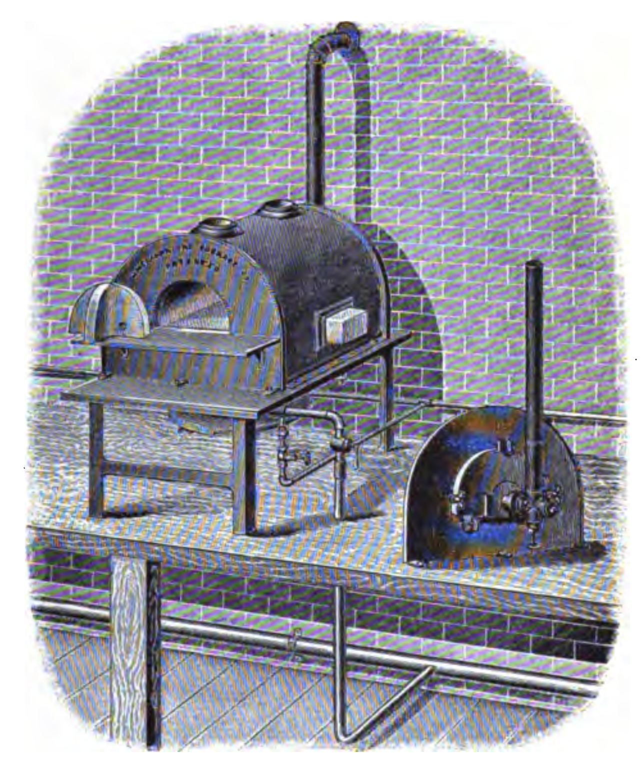
Die neuen amerikanischen Härteöfen (Abb. 262, in der Mitte) besitzen eine größere Anzahl von Flammen dieser Art, welche in den durch Steine gebildeten Raum hineinspielen. Die Steine werden sehr bald glühend und unterstützen dadurch die Wirkung der Flammen.

Will man besondere Vorsicht anwenden, so verwendet man die Muffel. Dieselbe, ein vorn offenes, durch einen Schieber abschließbares thönernes Rohr (Abb. 262, links, und Abb. 263) ist in der Regel in einen Ofen eingebaut und wird sowohl durch eine

gewöhnliche Kohlenfeuerung erwärmt, deren Flamme die Muffel umspült, als auch wohl durch eine breite Gasflamme, bei welcher, nach dem Prinzip des Bunsenbrenners, die Luft mit dem Gas kurz vor der Flammenbildung gemischt wird. Ein Zentrifugalgebläse befördert den Gasstrom, der die notwendige Luft wie bei dem Exhaustor mit sich reißt.

Dem Härteofen — Glühmuffel — entspricht für kontinuierliche Härtung bandartiger Körper das Glührohr. Ein solches (Abb. 264), aus Chamotte gefertigt, liegt in einem Ofen und wird von der Flamme durchspült. Das Stahlband wird, von einer Haspel kommend, durchgezogen, geht sofort durch die Härteflüssigkeit und wird dann wieder aufgehaspelt, nachdem es event. noch dem später zu besprechenden nachlassen unterworfen worden.

Statt des Glührohres wendet man für gewisse Zwecke wohl auch zwei im Feuer liegende glühende Metallplatten an, zwischen denen der zu härtende Körper erwärmt wird. Die Platten haben, wie die Muffel, neben der Erwärmung den Zweck, den Einfluß des Sauerstoffes möglichst abzumindern.



263. Gasmuffelofen.

Ein den Sauerstoff in bester Weise abhaltendes Mittel ist das Metallbad. Dasselbe ist ein mit geschmolzenem Blei oder einem anderen, nicht zu schwer schmelzbaren Metall oder einer Metalllegierung gefüllter Tiegel, in welchen der zu härtende Körper hineingetaucht wird. Diese Methode hat noch den großen Vorteil, der Erwärmung eine strenge Grenze zu setzen und so jedes überhitzen zu vermeiden. Außerdem gestattet sie (Abb. 265), eine größere Zahl Härteobjekte, wie Feilen, gleichzeitig zu glühen und zu härten, wozu dann eine besondere Zange mit stark verbreitertem Maule (Abb. 265a u. 266) verwendet wird.

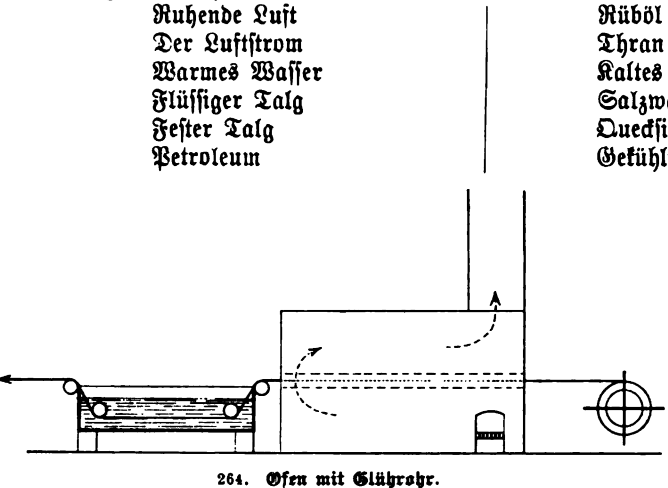
Auch den elektrischen Strom hat man zum glühen herangezogen und zwar auf zweierlei Weise. Entweder läßt man das Band seiner Länge nach direkt vom Strom durchlaufen, oder man gestaltet es kontinuierlich nach dem Verfahren von Lagrange & Hoho zum negativen Pol eines Stromes, dessen positiver Pol durch eine leitende Flüssigkeit — Auflösung von Pottasche oder Soda — in welcher sich das Band befindet, dargestellt wird. — Das Nähere über dies Verfahren und andere elektrische Glühmethoden findet der Leser in dem III. Band, Elektrizität, von Arthur Wilke.

Das Ablöschen. Die Wärme, welche dem Stahl vor dem ablöschen gegeben werden muß, hängt mit der Natur des Stahles im Verhältnis zu der beabsichtigten Verwendung zusammen. Kohlenstoffarmer Stahl verträgt eine größere Wärme, als ein solcher mit hohem Kohlenstoffgehalt, der schon seiner größeren Schmelzbarkeit wegen vorsichtiger behandelt werden muß.

Je schneller nun unter sonst gleichen Umständen die Wärmeentziehung erfolgt, desto härter wird der Stahl. Kaltes Wasser härtet daher mehr als warmes, namentlich wenn ersterem durch Zusatz von Kochsalz oder auf eine andere Weise eine größere Wärme-

leitungsfähigkeit erteilt worden ist. — Stellt man sich die verschiedenen Härtemittel in der Weise zusammen, daß das folgende schärfer härtet als das vorhergehende, so erhält man etwa folgende Reihe:

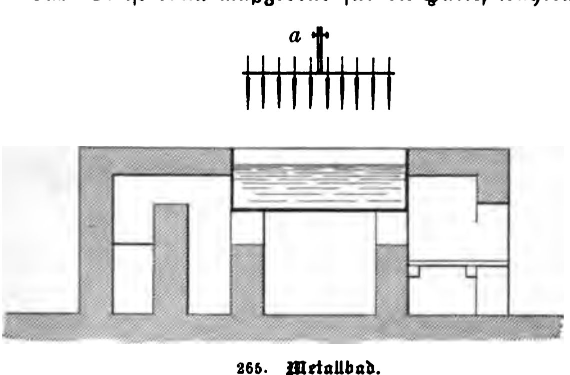
Ruhende Luft	Rüböl
Der Luftstrom	Thran
Warmes Wasser	Kaltes Wasser
Flüssiger Talg	Salzwasser
Fester Talg	Quecksilber
Petroleum	Gekühlte Metallplatten.



264. Ofen mit Glührohr.

Daß selbst ruhende Luft härtet, weiß der Schmied sehr wohl. Will er ein Stück harten Stahles, welches sich nicht feilen läßt, weich machen, so glüht er dasselbe vorsichtig im Feuer und läßt es mit demselben — etwa die Nacht über — erkalten. Würde er das Stück aus dem Feuer nehmen und in der freien Luft erkalten lassen, so würde er kein so gutes Resultat erhalten. — Dünne Stahlblätter werden schon gehärtet, wenn man sie schnell durch die Luft führt oder in den Luftstrom hält. Sehr gut härtet Quecksilber, welches aus diesem Grunde vom Mechaniker für kleine Werkzeuge verwendet wird. Die Giftigkeit indessen der Dämpfe einerseits sowie der hohe Preis anderseits verbieten die Verwendung für auch nur annähernd große Stücke.

Häufig wendet man auch kombinierte Härteflüssigkeiten an, z. B. Öl auf Wasser. Das Öl ist dann maßgebend für die Härte, während das Wasser, in welches das Härtestück nach dem ablöschen in Öl gelangt, das nachwärmen verhindert, was bei der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Öles besonders bei großen Objekten leicht stattfinden kann.



265. Metallbad.

Härterisse. Führt man eine zu härtende Stahlplatte flach gegen die Flüssigkeit, so erhält die Mitte allein einen scharfen, kalten Strom, während die anderen Teile nur von der bereits vorgewärmten Flüssigkeit bestrichen, also weniger scharf gekühlt werden.

Nun hat der meiste Stahl die Eigenschaft, sich beim härten zusammenzuziehen. Die mittleren Partien ziehen sich also eher zusammen, als die äußeren, und es entstehen, wenn der Stahl nicht schön zähe ist, ringförmige Risse (Abb. 267), weil die äußeren Teile der Platte den sich zusammenziehenden inneren nicht folgen können. Stahl dagegen, welcher sich beim härten ausdehnt, wird radiale Risse zeigen (Abb. 268), weil die Randteile sich nicht so schnell zusammenziehen, wie die stärker gekühlten mittleren Partien. Aus diesem Grunde führt man stets die Platte hochkantig durch die Härteflüssigkeit, und zwar schnell wechselnd hin und her, damit alle Teile möglichst gleichmäßig gekühlt werden.



266. Feilenhärtezange.

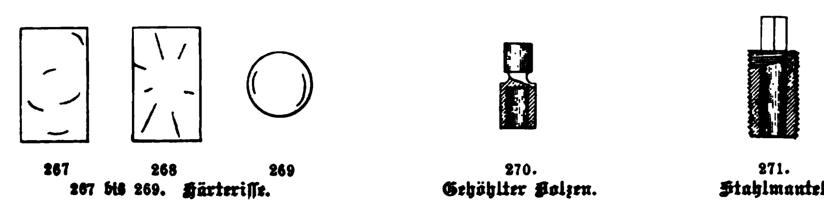
Besondere Schwierigkeit macht das härten der starken Bolzen, welche sehr gern Risse bekommen (Abb. 269). Hier hilft man sich, wo es angeht, durch anbringen einer

Bohrung (Abb. 270) oder, wie bei starken Gewindebohrern, durch einsetzen eines gesonderten Kernes. Der hohle Stahlmantel, das eigentliche Werkzeug (Abb. 271), ist dann leicht zu härten, und der innere Körper bewahrt die gewünschte Zähigkeit; er kann zudem, unbeschadet seiner Brauchbarkeit, aus minderwertigem Material hergestellt werden.

Viel Schwierigkeiten machen komplizierte Formen, wie Façonfräser und ähnliche Körper. Neben der Wahl eines möglichst zähen Stahles, als welcher der reine Kohlenstahl gilt, sucht man hier durch recht schnelles, allseitiges kühlen zum Ziel zu gelangen. Auch ist ein recht langsames, gleichmäßiges erwärmen, namentlich bei schwereren Stücken, dringend anzuraten.

Das Nachlassen. In den wenigsten Fällen hat das Werkzeug nach dem ersten ablöschen gleich die richtige Härte. Es ist meist zu hart und muß „nachgelassen" werden. Dies geschieht durch wiederholtes nochmaliges, aber gelindes erwärmen und eventuelles zweites ablöschen, dann meist in Wasser.

Das nachlassen kann auf sehr verschiedene Weise erfolgen. Körper mit ausgedehnten Flächen, wie größere Sägen, oder solche von unregelmäßigen Formen werden oft abgeflammt. Man bestreicht sie mit Fett und hält sie über das Feuer, so daß das bald brennende Fett eben am brennen erhalten wird. Ist dasselbe allseitig im guten flammen begriffen, wobei man sich vor dem trockenwerden hüten muß, so löscht man es ab. Solange das Fett flammt, ist man sicher, daß das Stück nicht zu warm wird, ähnlich wie das Schmelzwasser sich trotz Zuführung von Wärme nicht erwärmt, solange sich noch Eis darin befindet, falls die Wärmezufuhr nicht zu energisch oder einseitig vor sich geht.



267 268 269 — 267 bis 269. Härterisse. 270. Gehöhlter Bolzen. 271. Stahlmantel.

Für spitze Werkzeuge, wie Bohrer, Meißel u. s. w., verwendet man meistens das anlassen. Das Werkzeug wird länger warm gemacht und nur so weit in reinem Wasser gekühlt, als gehärtet werden soll. Dann scheuert oder putzt man schnell die Spitze blank und wartet die Anlauffarben ab. Dieselben erscheinen in der Reihenfolge: Gelb, Rot, Blau, Grau, mit den verschiedenen Zwischenstufen. Je nach der Natur des Stahles und der beabsichtigten Härte löscht man etwa bei Orange oder Blau ab. — Das erscheinen der Farben hängt bekanntlich mit der Bildung einer zuerst außerordentlich feinen Oxydschicht zusammen, welche, wie alle dünnen Blättchen oder Häutchen (z. B. Seifenblasen), bunte Farben zeigen.

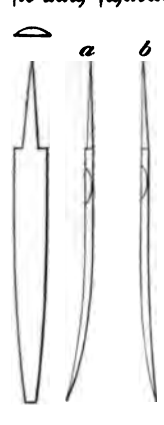
Ist der Gegenstand so schlank, daß er in dem nicht abgelöschten Teil nicht genug Wärme besitzt, um genügend anzulaufen, wie etwa ein dünner Bohrer, so legt man ihn nach dem ersten härten mit der Stelle dicht hinter der Schneide auf ein warmes Stück Eisen und wartet wie vorhin die gewünschte Farbe ab. Größere, flache Gegenstände, wie Stechbeitel und Hobeleisen, legt man häufig zu mehreren gleichzeitig über das freie Feuer und beobachtet scharf, oft unter geeigneter Verlegung, je nach der Flammenwirkung, bis die gewünschte Anlauffarbe erschienen ist. Blanke Körper, wie kleinere Sägen, Gewindebohrer u. s. w., läßt man in vorher gut geglühtem Sand an, wobei man durch bestreuen und wenden die größte Gleichmäßigkeit der Farbe zu erreichen sucht. Eine gewisse Art von Spannsägen wird mit den Zähnen durch den heißen Sand gezogen und bis zum Blau gebracht. Da dahinter Violett, Rot, Orange und Gelb folgen, so gibt das gleichzeitig eine gefällige Verzierung.

Handelt es sich um Massenhärtung, so wendet man die Trommel an, welche gut zur Hälfte mit Sand und den anzulassenden Objekten gefüllt über Feuer gedreht wird, so daß sich die Wärme gleichmäßig auf den Inhalt verteilt. Vielfach wird dies auch nur des schönen Aussehens wegen durchgeführt, ohne daß eine Vorhärtung vorhergegangen ist.

Sind die Körper klein und so geformt, daß sie sich vielfach berühren, so läßt man auch wohl den Sand fort, wie bei Stahlfedern, Nadeln, Nägeln, Zierscheibchen u. s. w.

Das Richten. Vielfach findet beim härten ein verziehen statt: stabförmige Körper werden krumm, flache windschief. Dieser Fehler ist kaum zu vermeiden, kann aber beseitigt werden, und zwar durch vorbiegen oder nachrichten. Ersteres geschieht **vor** dem härten, letzteres nach dem nachlassen. Wirklich harte Körper kann man nicht richten.

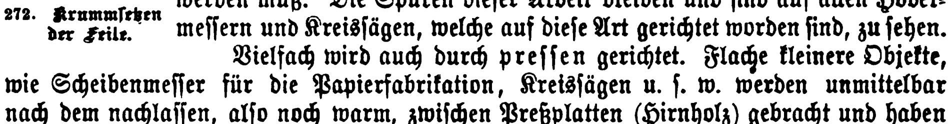
Das **vorbiegen** oder **krummsetzen** findet namentlich bei den halbrunden Feilen statt. Da bei diesen die runde Seite der Abkühlung mehr Oberfläche bietet, so wird sie auch schneller abgekühlt, als die flache Seite. Die Feile erhält daher vor dem ablöschen die in der Abb. 272a dargestellte Form, wenn der Stahl sich beim härten zusammenzieht. Der Härter setzt sie aus diesem Grunde vor dem härten krumm, d. h. er gibt derselben die in der Abb. 272b dargestellte Form, so daß sie, wenn diese Krümmung richtig bemessen wird, nach dem härten gerade steht.



272. Krummsetzen der Feile.

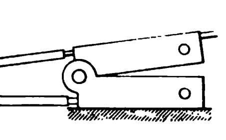
Eine andere Art des richtens besteht in dem **härten zwischen gekühlten Platten.** Die amerikanischen Hobeleisen z. B., welche ganz aus Stahl gefertigt werden, gelangen aus dem Feuer (Abb. 273) zwischen zwei gekühlte scharnierartig miteinander verbundene Kasten und erkalten unter Druck. In gleicher Weise werden sie unter Druck nachgelassen, nur werden die Kasten mittelst einer durchschlagenden Flamme eingeheizt.

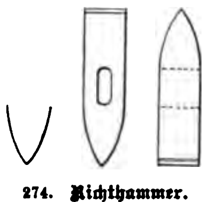
Das richten windschiefer oder krummer flacher Körper geschieht durch den Richthammer (Abb. 274) und erfordert eine besondere Übung. Das Prinzip ist hier das strecken durch eintreiben einer kerbförmigen Vertiefung mit Hilfe der Schärfe des Hammers. Der Arbeiter pickt dahin, wo gestreckt werden muß. Die Spuren dieser Arbeit bleiben und sind auf allen Hobelmessern und Kreissägen, welche auf diese Art gerichtet worden sind, zu sehen.



Vielfach wird auch durch **pressen** gerichtet. Flache kleinere Objekte, wie Scheibenmesser für die Papierfabrikation, Kreissägen u. s. w. werden unmittelbar nach dem nachlassen, also noch warm, zwischen Preßplatten (Hirnholz) gebracht und haben unter starkem Druck zu erkalten.

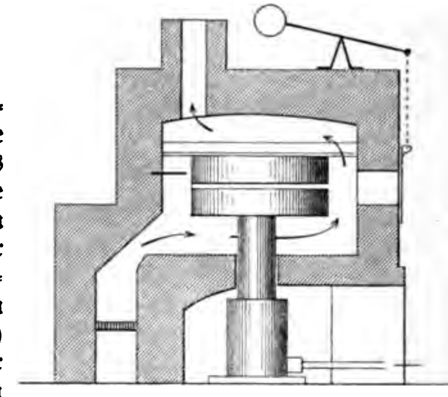
Auch größere Sägen werden während des nachlassens gepreßt. Hierzu dienen (Abb. 275) große und runde Körper von Gußeisen, welche entweder in einem Ofen sich befinden und von außen erhitzt werden, oder von innen durch eine Flamme geheizt werden. Zwischen diese werden die gehärteten Stahlplatten gelegt und einem großen Druck ausgesetzt, der entweder durch Schrauben oder auf hydraulischem Wege ausgeübt wird. — In Deutschland wird das erwärmen meist dadurch bewirkt, daß man die Säge zwischen zwei glühende Blechplatten legt und dies zusammen der Pressung aussetzt.


273. Amerikanischer Preßhärtekasten.


274. Richthammer.

Die direkte Härtung. — Im allgemeinen herrscht die Ansicht, daß die sogenannte milde Härte immer erst durch nachlassen erreicht werden kann, so daß man zuerst die schroffe Härtung durchzuführen hat und dann durch nachlassen mildern muß. Dies ist nicht richtig. Man erreicht in vielen Fällen durch ablöschen in Öl, Petroleum oder richtig temperiertem Wasser mit großer Sicherheit die richtige Federhärte, wovon ja auch oft genug Gebrauch gemacht wird. Auch die Pressung läßt sich damit verbinden. Nach einem Verfahren des Referenten gelangen die Härteobjekte zwischen zwei hohle Preßplatten, welche durch eine zirkulierende Flüssigkeit oder Dampf auf diejenige Temperatur gebracht und auf ihr erhalten werden, welche sich für den Zweck als geeignet erwiesen hat. Die Sägen u. s. w. werden also direkt aus dem Ofen in die Presse gebracht und verlassen dieselbe fertig gehärtet und gerichtet. Nur bei sehr hoher Nachlaßtemperatur, wie sie für sehr harten Stahl und Federhärte erforderlich ist, ist eine Nachkühlung durch einlegen in Öl oder Wasser erforderlich.

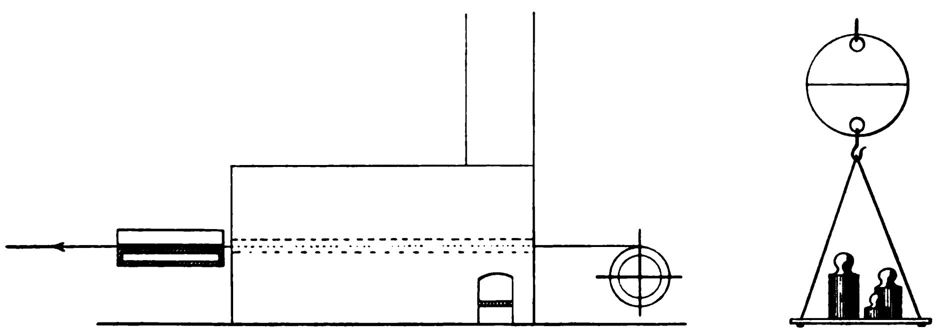
Die direkte Preßhärtung kann auch *kontinuierlich* angewendet werden, und zwar nach demselben Verfahren, wie oben erwähnt. Abb. 276 stellt einen Ofen dar, wie ihn die kontinuierliche Härtung erfordert. Anstatt nun das glühende Stahlband in das Bad, wie in Abb. 264, zu leiten, wird es zwischen zwei Platten durchgeführt, welche der Natur des Stahles entsprechend erwärmt sind. Verwendung findet diese Methode für Bandstahl, Stahldraht, Paragonband (U förmig gewalzt, für Regenschirmgestelle) u. s. w. Bei façoniertem Band müssen natürlich die Kühlkörper entsprechend geformt sein.



275. Amerikanischer Nachlaßofen.

Das Schweißen.

Unter schweißen versteht man die Vereinigung zweier Metallstücke auf warmem Wege unter Anwendung von Druck. Es gelingt dies freilich zuweilen auch in kaltem Zustande. Weiche Materialien, wie Blei, Zinn, Gold, Silber, haften bereits sehr fest aneinander, wenn sie mit reinster Oberfläche unter großem Druck aufeinander gepreßt werden. Schabt man die geraden Kanten zweier halbkreisförmigen Bleiplatten (Abb. 277) sorgfältig rein und preßt sie kräftig unter geringer seitlicher Verschiebung aneinander, so kann man mehrere Kilogramm anhängen, obwohl die Berührung oft nur in wenigen Quadratmillimetern stattfindet. Turbinenzapfen, welche sich gut eingelaufen haben, aber in der Schmierung vernachlässigt wurden, werden zuweilen plötzlich unzertrennbar von der Pfanne und brechen in vollem Material ab. In der Regel aber verbindet man mit der Bezeichnung „schweißen" das vorherige erweichen der Oberflächen durch glühen. Naturgemäß lassen sich hiernach nur solche Körper schweißen, bei denen vor dem fließen ein breiiger Zustand eintritt, so daß das Innere noch einige Festigkeit besitzt, während die Oberfläche weich erscheint. Zwar gelingt die Vereinigung auf warmem Wege auch bei Metallen, welche nicht



276. Ofen zum härten. 277. Adhäsionsplatte.

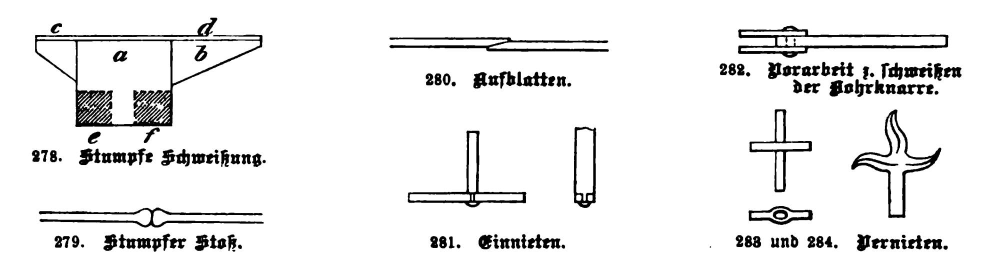
diese Eigenschaft besitzen, wie z. B. beim Gußeisen. Aber dies ist mehr als ein *anschmelzen* zu betrachten. Zum schweißen ist daher eine absolut metallisch reine und erweichte Oberfläche der zu vereinigenden Stücke erforderlich. Bei gutem Schweißeisen gelingt die Schweißung leicht ohne besondere Mittel. Der Schmied hat nur die Regeln für die Behandlung des Feuers zu beachten, also das Schmiedestück ängstlich vor dem Winde zu wahren. Begünstigt wird hier die Arbeit durch den Gehalt an Schlacke, die dem Schweißeisen seiner Herstellung gemäß eigen ist. Dieselbe besitzt eine große Auflösungskraft für Metalloxyde und entfernt so die naturgemäß auf der Oberfläche des Eisens befindliche Oxydschicht. Ferner hat die Schlacke die wertvolle Eigenschaft, das glühende Eisen schnell zu überziehen und so eine schützende Schicht zu bilden, welche die weitere Oxydation

verhindert. Durch die Gewalt des Schlages wird sie herausgequetscht, so daß das Eisen in metallischer Reinheit aufeinandergepreßt wird und in innigste Berührung gelangt.

Kann man sich, wie beim Flußeisen, auf den natürlichen Gehalt des Eisens an Schlacke nicht verlassen, so führt man künstlich Schlacke (Schweißmittel) hinzu. — Schlacke besteht aus Kieselsäure und verschiedenen Oxyden. Wenn letztere bereits in Form von Eisenoxyd, Eisenoxydul, Thonerde, Kalk — aus den Verunreinigungen der Kohlen und von früheren Arbeiten — und Alkalien vorhanden sind, so genügt zuweilen das Einwerfen von Sand. Ist dieser sehr rein, so liefert er nur die zur Schlackenbildung erforderliche Kieselsäure. Man nimmt daher farbigen Sand, der bereits Thonerde, Alkalien und verschiedene Metalloxyde enthält, auch Lehm, Formsand, und führt den Schweißstücken auf diese Weise die erforderliche Schlacke zu.

Da durch die zum guten vereinigen der Schweißstücke erforderlichen Hammerschläge das Material weggedrängt wird, so ist es notwendig, für reichliche Verstärkung der Schweißenden zu sorgen. Will man daher zwei Stangenenden aneinanderschweißen, so staucht man dieselben (Abb. 279) erst an, der stumpfe Stoß, oder legt sie (Abb. 280) weiter übereinander an, die schräge Überblattung.

Bei dicken Stücken ist dies nicht erforderlich. Hier quetscht sich beim auftreiben so viel Material heraus, wie zum ausgleichen erforderlich ist.



278. Stumpfe Schweißung.
279. Stumpfer Stoß.
280. Aufblatten.
281. Einnieten.
282. Vorarbeit z. schweißen der Bohrknarre.
283 und 284. Vernieten.

Ein schönes Beispiel der stumpfen Schweißung bietet die Fabrikation des Amboßes. Demselben wird (Abb. 278) ein vierkantiger Block a, eine Schweißluppe, zu Grunde gelegt, welcher für sich an der betreffenden Stelle in einem besonderen Feuer schweißwarm gemacht wird. In einem anderen Feuer wird gleichzeitig das vorbereitete Horn b hitz gemacht. Dann wird b auf a stumpf aufgesetzt und durch kräftige Hammerschläge befestigt, wonach die Naht verhämmert wird. Ebenso werden das andere Horn c und an die Flächen e und f die die Stabilität des Ambosses sichernden Seitenfüße angebracht. Dann wird die Bahnfläche des Amboßkörpers hitz gemacht und gleichzeitig, wieder in einem Feuer für sich, die Stahlplatte, welche über alle drei Teile a, b und c gelegt wird und neben der Härtung der Bahn gleichzeitig die Verbindung dieser drei Teile sichert.

Oft ist es schwer, bei der erforderlichen Eile für die richtige Lage der beiden Schweißstücke zu sorgen. Man nietet dann wohl das eine Stück (Abb. 281) provisorisch ein, oder man nietet, wenn es mehrere Stücke sind (Abb. 282, eine angehende Bohrknarre), dieselben zusammen. Auch beim schlagen im Fallwerk heftet man (Abb. 283 und 284, eine Gitterspitze) die Stücke vor.

Beim schweißen von Stahl auf Eisen hat man den Umstand in Rechnung zu ziehen, daß Stahl früher schmilzt, als Eisen, also nicht auf die hohe Temperatur gebracht werden darf, welche das Eisen verträgt und verlangt. Bei kohlenstoffreichem Stahl sogar darf man nicht einmal die zur Schlackenbildung erforderliche Temperatur verwenden. Da hilft man sich auf zweierlei Weise. Erstens sorgt man dafür, daß der Stahl weniger warm wird, als das Eisen, durch richtige Lagerung im Feuer oder durch Erwärmung in getrennten Feuern oder auch durch kühlen, durch auflegen von Lehm, und dann ersetzt man die Schlacke durch Borax. Dieser Körper hat dieselben Eigenschaften, wie die Schlacke, bietet aber den wesentlichen Vorteil der leichteren Schmelzbarkeit. Bevor der Stahl die richtige Temperatur erhalten hat, ist der Borax bereits geschmolzen, löst die Oxydschicht auf und überzieht die Oberfläche mit einer schützenden Schmelze. Dem Borax,

welcher am besten vorher durch starkes erhitzen von seinem Krystallwasser befreit und dann gepulvert wird, setzt man zuweilen härtende Körper, wie gelbes Blutlaugensalz, chromsaures Kali u. s. w., zu. Auch werden Eisen- oder Stahlfeilspäne zum lockerhalten zugesetzt. Es führt dies zu den verschiedenen Rezepten der Schweißmittel, deren wesentlicher Bestandteil stets Borax bleibt.

Das verstählen — aufschweißen von Stahl — ist überall da erforderlich, wo das Eisen an sich nicht widerstandsfähig genug ist, ein Ersatz durch Stahl nicht gewünscht wird und auch die Oberflächenhärtung (einsetzen, abbrennen u. s. w.) nicht genügt. Man sucht bei kleineren Verstählungen das Stahlstück auf irgend eine Weise festzuheften, damit es während des wärmens nicht abfällt. Es geschieht dies durch einklemmen in einen eingeschroteten Spalt (Abb. 285a) oder auch dadurch, daß man (Abb. 285b) das Stahlstück durch einsetzen eines scharfen Schrotbeiles mit Zähnen versieht, härtet und auftreibt, wobei sich die Zähne in das weiche Eisen eindrängen.

Sollen größere Flächen verstählt werden, wie z. B. bei langen Hobelmessern, so wird (Abb. 285c) ein dickes Stück Stahl aufgelegt, geschweißt und mit der Unterlage, dem Eisen, unter dem Hammer ausgereckt. Die weitere Ausbildung dieses Verfahrens führt zur Stahlplattierung — Panzerplatten für Geldschränke u. s. w. — Hier bedeckt (Abb. 285d) der Stahl die ganze Unterlage, mit welcher er schweißwarm verwalzt wird, wie in Abb. 285e angegeben ist.

285. Verstählen.
a Einspalten. b Aufsetzen. c—e Stahlplattieren.

Das Löten.

Das löten unterscheidet sich vom schweißen dadurch, daß die Verbindung durch einen dritten Körper, welcher flüssig zwischen die zu vereinigenden Metallenden tritt, hergestellt wird, und daß die Notwendigkeit der Erwärmung der beiden Lötstücke zurücktritt. Dagegen bleibt auch hier die Bedingung der Schaffung und Erhaltung einer reinen Oberfläche bestehen.

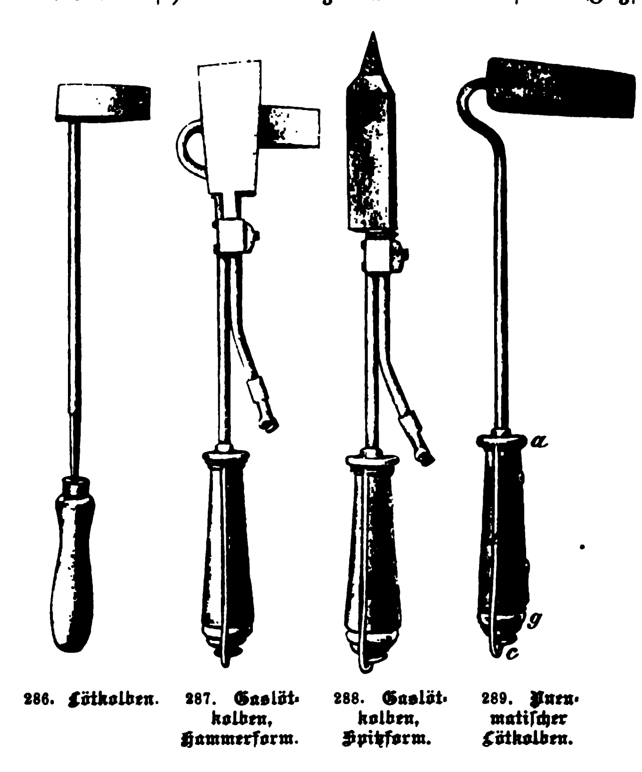
Man hat beim löten dreierlei zu unterscheiden: die Lötenden — die zu vereinigenden Metallstücke — ferner das Lötmetall, schlechtweg auch Lot genannt, und das Lötmittel.

Die Lötenden sind zunächst sorgfältig zu reinigen und metallisch blank zu machen. — Das Lot muß möglichst die Farbe der Lötenden haben, leichter schmelzen als diese und eine Affinität zu denselben besitzen. Man lötet Messing und Kupfer, auch wohl Eisen mit Weichlot — eine Legierung von Zinn mit Blei — ebenso Weißblech (verzinntes Eisenblech) und Zink. Blei lötet man mit Blei oder einem zinnärmeren Weichlot, in besonderen Fällen mit einem leichtflüssigen zinnreicheren Lot. Das Weichlot schmilzt unter dem Lötkolben oder der Lötlampe. Festere und namentlich feuerfestere Verbindungen stellt man mit Hartlot oder Schlaglot her, einem zinkreichen Messing, oder mit Kupfer oder Silber. Letzteres wendet man gern für Eisen an, wenn die Lötung nicht zu erkennen sein soll. Für Silber nimmt man eine sehr silberhaltige, also helle Kupferlegierung und für Gold eine solche von Gold mit Silber oder irgend eine goldähnliche Legierung. Alle die so hergestellten Verbindungen nennt man Hartlötungen.

Der Lötkolben, welcher nur zum weichlöten verwendet werden kann, besteht aus Kupfer und hat die in der Abb. 286 dargestellte Form. Er wird vor dem Gebrauch „verzinnt". Zu diesem Behuf feilt man die Kante an, reinigt dieselbe in dunkelrotwarmem Zustande mit Hilfe eines Salmiakstückes und reibt es dann auf dem letzteren mit dem Lot ein, welches die Kante überzieht und tropfenweise haftet. Dann werden die Lötstücke sorgfältig gereinigt und, falls es nicht bereits Weißblech ist, unter Verwendung von einem Lötmittel durch aufreiben des Lötkolbens verzinnt und aufeinandergelegt. Durch aufdrücken des gut erwärmten Lötkolbens wird dann das überflüssige Lot heraus-

gequetscht, worauf man die Verbindung, möglichst unter Anwendung von Druck, erkalten läßt.

Das erwärmen des Lötkolbens geschieht beim Klempner in dem hierfür besonders bestimmten Lötofen, der meist mit Holzkohlen arbeitet. Der Schlosser verwendet hierfür das Schmiedefeuer, welches er mit geringem Wind gehen läßt. In neuerer Zeit hat man Gaslötkolben (Abb. 287 u. 288), welche dauernd durch eine Knallgasflamme warm gehalten werden. Auch versieht man (Abb. 289) den Kolben mit einer Höhlung, in welcher sich das flüssige Lot sammelt und durch andrücken oder nachlassen eines Gummiballes (g) eingezogen oder ausgepreßt werden kann. Der größere Vorrat an flüssigem Lot läßt diese Einrichtung manchmal recht zweckmäßig erscheinen. Der Gummiball wird von dem verschiebbaren Ring a aus vermittelst der Zugstangen b und dem den beiderseitigen Zugstangen angehörigen Druckstück c mit dem Daumen bethätigt, mit Hilfe dessen der Arbeiter den Gummiball langsam, dem Bedarf an Lötzinn entsprechend, zusammendrückt, so daß die zwischen diesem und dem in der Spitze enthaltenen Lötzinn befindliche Luft letzteres herauspreßt. Ist alles verbraucht, so drückt man den Gummiball ganz zusammen, geht mit dem event. frisch erwärmten Kolben an das Lötzinn, bringt dies zum schmelzen und läßt sich den Gummiball langsam ausdehnen, wodurch das flüssige Metall hineingesaugt wird.



286. Lötkolben. 287. Gaslötkolben, Hammerform. 288. Gaslötkolben, Spitzform. 289. Pneumatischer Lötkolben.

Nunmehr ist leicht zu erkennen, daß auch die Gaslötkolben der Abb. 287 u. 288 in dieser Weise eingerichtet sein können. Doch sind auch viele Gaslötkolben ohne Pneumatik im Gebrauch.

Als Lötmittel verwendet man in der Regel eine Auflösung von Zink in Salzsäure, mit oder ohne Zusatz von Salmiak. Für blankes Messing oder Weißblech genügt auch Kolophonium, welches nur die Luft abzuhalten hat. Auch Talg und ähnliche Fette finden Verwendung. Britanniametall und andere sich sehr gut an der Luft haltende, leicht schmelzende Metalle lötet man mit Stearin oder Palmöl.

Das hartlöten erfordert als Lötmittel einen widerstandsfähigeren Körper, als welchen man ausschließlich Borax verwendet. Derselbe wirkt hier genau wie beim schweißen, löst die Oxyde auf und überzieht die Lötenden schützend gegen weitere Oxydation.

Die Erwärmung geschieht beim hartlöten entweder im Feuer, oder, bei kleinen Objekten, mit dem Lötrohr. Dünne Blechstücke, wie z. B. Bandsägen, lötet man wohl auch in der Lötzange, einer mit besonders starken Backen versehenen rotglühenden Schmiedezange. Auch die Elektrizität wird zum löten herangezogen, wie in dem Abschnitt: „Die Verwendung der Elektrizität zum schweißen und löten" eingehend behandelt ist.

Die Werkzeuge der Kleineisenindustrie.

Die Kleineisenindustrie hat ursprünglich ihre Grundlage in der Schmiederei gehabt, und der betreffende Industrielle war der Kleinschmied.

Das hat sich freilich sehr geändert. Zu dem Hammer und Amboß, jenen urwüchsigen Werkzeugen, welche mit der Zange und dem Schmiedefeuer und wenigen Geräten jahrhundertelang die Mittel gewesen sind, mit denen die so verschiedenen Erzeugnisse für den Hausbau und den Haushalt, für den Ackerbau und für den Krieg von jeher gefertigt wurden — sind die mechanischen Hämmer mit ihren Gesenken, ist die Schmiedemaschine und die Schmiedepresse getreten, und das rohe Ding, die Feile, welche zum abkratzen und runden der Schmiedestücke diente, hat mannigfache, feinere Formen erhalten. Ihr zur Seite trat erst die Drehbank, dann die Hobelmaschine und in der Neuzeit die

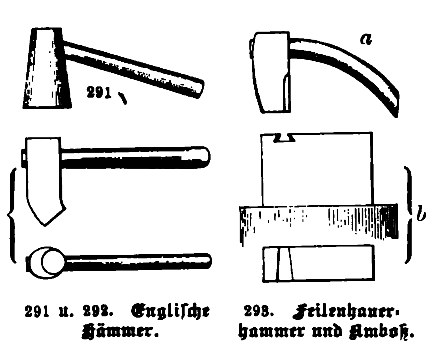


290. Kleinschmied am Amboß.

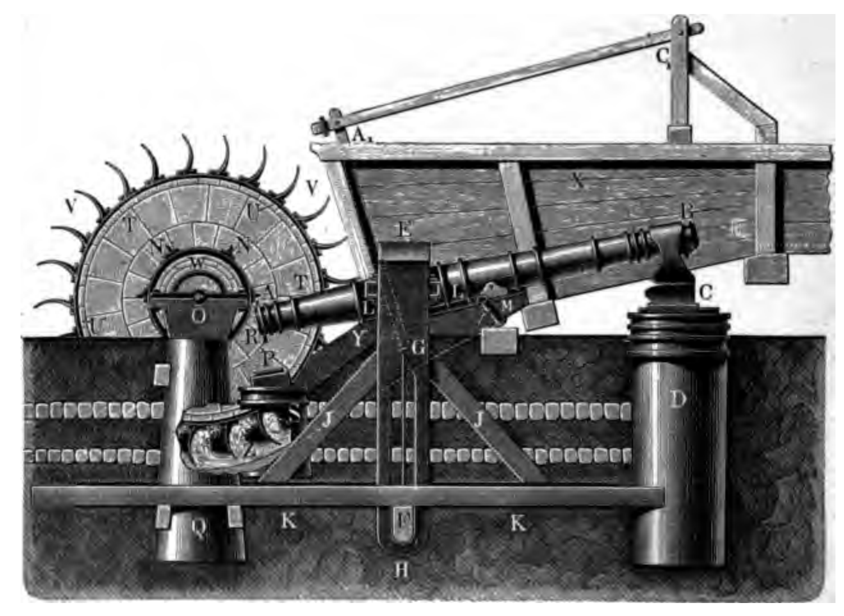
Fräsmaschine. Der rohe Schleifstein, welcher wohl als Urvater der Feile anzusehen ist, erhielt einen Gefährten in dem Schmirgelstein und führte zu den feinen Schleifmaschinen, welche heute Arbeiten liefern, die sich zu denen der gewöhnlichen Drehbank verhalten, wie etwa diese zu den in das Gesenk geschlagenen Randstücken der Schmiede.

Die Werkzeuge des Kleinschmiedes haben ihre eigenen Formen. Zwar hat der eigentliche Schmiedehammer (Abb. 290) seine bekannte Gestalt behalten. Aber die Formen der Hämmer, welche nicht gerade zum allgemeinen schmieden dienen, wechseln mit dem Land und dem Zweck. So besitzt der Hammer des Schmiedes für Stechbeitel und Hobeleisen in Sheffield eine breite runde Bahn und einen schief eingesteckten Stiel, wie in der Abb. 291 dargestellt ist, der dortige Feilenhauer einen ähnlichen, aber unten schmalen Hammer (Abb. 292), während der bergische Feilenhauer einen krummen Stiel und einen schweren Oberteil (Abb. 293a) vorzieht.

Die Stiele der in den Abb. 291, 292 u. 293 abgebildeten Hämmer haben die Eigentümlichkeit, im Kopf zu sitzen, während unser gewöhnlicher Schmiedehammer (Abb. 290) ihn in der Mitte aufnimmt. Diese Eigenheit ist schon recht alt. Wie aus den Abb. 4 bis 7 des Abschnittes „Schmiede" zu erkennen ist, haben die alten Römer bereits Verschiedenheiten au[f] diesem Gebiete aufzuweisen. — In der Handhabung ist der in der Mitte gefaßte Hammer der beque[-] mere, und der heute übliche Hammer ist meist s[o] gestaltet. Aber vielleicht war es den Alten leich[-] ter, das Stielloch oben — durch aufschrote[n] und nachheriges zuhämmern — zu bilden, an[-] statt den Hammer zu lochen, so daß diese For[m] als die ursprüngliche anzusehen sein würde, di[e] sich für wenige Sonderfälle bis heute erhalte[n] hat. Dagegen entspricht der krumm oder schief eingesteckte Stiel den Anforderungen de[s] Handwerks, wie in dem Abschnitt „Feilen" näher angegeben worden ist.



291 u. 292. Englische Hämmer. 293. Feilenhauerhammer und Amboß.

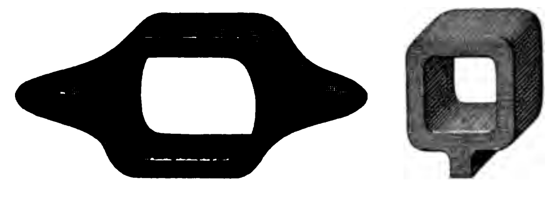


294. Schwanzhammer.

Der Amboß des Feilenhauers besitzt dem des Maschinenbauers gegenüber kein Horn zuweilen nur eine etwas verlängerte Bahn, dafür aber (Abb. 293b) einen sogenannte[n] Sattel, in welchen der Schmied die verschiedensten Unterlagen für die erforderlich mannigfache Formgebung einschiebt und festkeilt. Dadurch werden die Schwierigkeite[n] denen der Maschinenschmied gegenübersteht, wesentlich vereinfacht, freilich auch die Ge[-] wandtheit desselben ersetzt. Der Gehilfe des Maschinenschmieds braucht kaum mehr z[u] können, als zuzuschlagen. Der des Kleinschmiedes wird für jedes Produkt speziel angelernt, muß genau wissen, wie die Operationen aufeinander folgen und welches Hilfs[-] gerät zu verwenden ist. Das geht so weit, daß z. B. ein Zuschläger für Feilen nicht vo[m] Bohrschmied zu gebrauchen ist, sondern für diese Beschäftigung besonders angelern[t] werden muß. Der tüchtige Maschinenschmied fertigt alles, was geschmiedet werde[n] kann, und seinem Gehilfen muß es gleichgültig sein, was geschmiedet werden soll. De[r] Kleinschmied dagegen liefert mit fabelhafter Gewandtheit gewisse Artikel massen- un[d]

musterhaft, ist aber, wie sein Gehilfe, selten imstande, aus dem angelernten Rahmen herauszugehen. Selbst seine eigene Schmiedezange versteht er nicht immer zu fertigen.

Das erste mechanische Werkzeug, welches der Kleinschmied anwandte, um den Zuschläger zu ersetzen und schwerere Arbeit dauernd zu liefern, ist der Schwanzhammer (Abb. 294), welcher durch ein Wasserrad getrieben wurde und noch heute in seiner ganzen antediluvianischen Form in den bergischen und thüringischen Thälern, wie in denen der Steiermark, Schweden u. s. w., gefunden wird. Der wirksame Teil desselben ist der Hammerkopf, welcher auf einen hölzernen Stiel, das Helf, gekeilt ist. Letzteres, meist vierkant, in der Figur rund dargestellt, enthält gegen sein Ende zu einen mit Spitzen versehenen eisernen Ring (Abb. 295), welcher in geeigneten Pfannen läuft, die ihrerseits in mächtigen Hölzern sitzen. Am Ende des Helfes befindet sich ein anderer Ring (Abb. 294R u. 296), der oben mit den Daumen der Welle arbeitet und unten eine Verstärkung enthält, mit welcher er bei jedem Schlag scharf gegen ein Hirnholzstück tritt, welches in ein schweres, zum Gestell gehöriges Balkenstück eingelassen ist. Man nennt dies den Preller. Wenn man einen Schmied fragt, wozu dieser Preller sei, so erhält man regelmäßig die Antwort: Das gibt einen kräftigeren Schlag. Dem ist nun nicht so. Der Schlag wird sogar ganz wesentlich abgeschwächt, was natürlich kein echter Hammerschmied glaubt. Der Preller hat lediglich den Zweck, das schnelle schmieden zu ermöglichen. Würde er nicht vorhanden sein, so würde der Hammer nach jedem Angriff des Daumens, der mit bedeutender Kraft und Geschwindigkeit erfolgt, hoch in die Höhe geworfen werden und verhältnismäßig viel Zeit gebrauchen, um auf das Schmiedestück zu fallen. Auch müßte das angreifen des folgenden Daumens so lange ausbleiben, bis der Schlag erfolgt ist; der nachfolgende Daumen müßte dementsprechend weit abstehen. Durch den Preller aber wird der Hammer schon nach ganz kurzer Zeit aufgehalten und gezwungen, weil schnell zurückgeworfen, den Schlag ganz wesentlich früher auszuführen. Der folgende Daumen kann auch nun viel früher antreten, um seine Funktion zu üben.



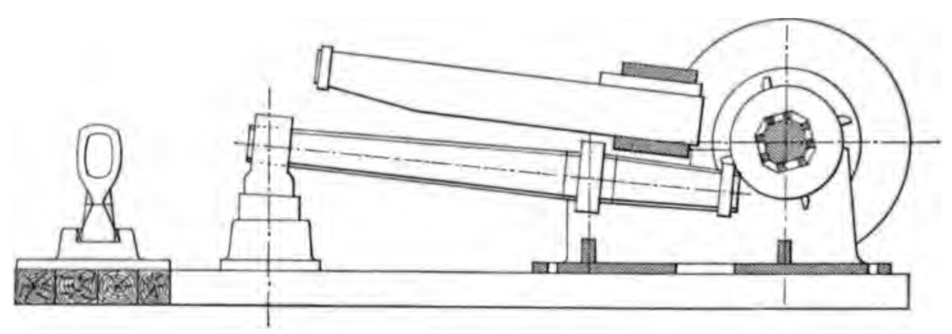
295. Hammerhülse. 296. Helfband.

Ebenso leicht ist es einzusehen, daß der Schlag durch den Preller geschwächt wird.

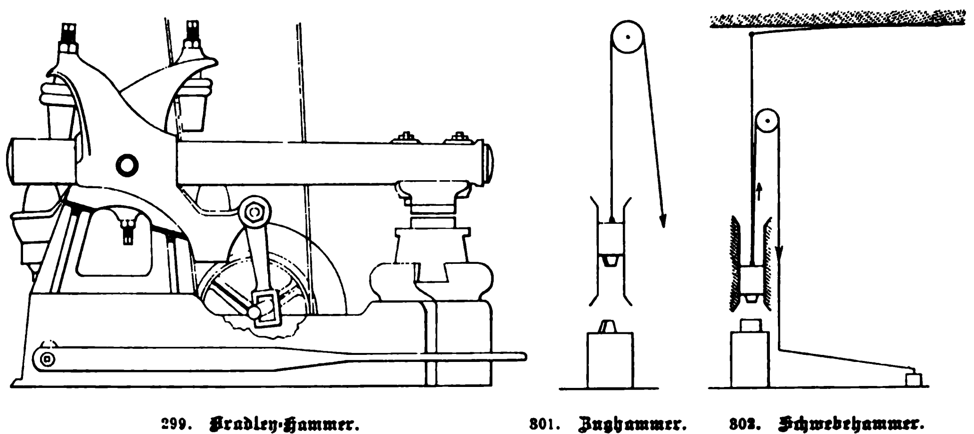
Wir denken uns (Abb. 297) einen Gummiball frei in die Höhe geworfen. Seine Geschwindigkeit verlangsamt sich, er kommt einen Moment zur Ruhe und fällt dann wieder zurück, um, wenn er keinen Luftwiderstand erfahren würde, genau mit derselben Geschwindigkeit — hierfür sei der Pfeil a ein Maß — auf den Boden aufzutreffen oder da anzukommen, von wo er aufgeworfen wurde.

297. Wirkung des Prellers.

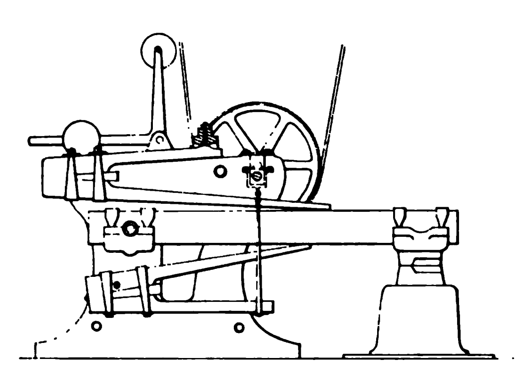
Wiederholt man den Versuch in genau derselben Geschwindigkeit im Zimmer, so trifft der Ball alsbald die Decke. Ist diese vollkommen starr und der Ball vollkommen elastisch, so kehrt er mit genau derselben Geschwindigkeit zurück, mit der er aufgetroffen ist. Diese ist aber gleich der mit dem Pfeil b bezeichneten und auch gleich der, die der Ball bei dem ersten Versuch an jener Stelle hatte. Naturgemäß wird auch die Geschwindigkeit, mit welcher der Ball seinen Ausgangspunkt auch diesmal erreicht, dieselbe wie vorher sein. Die Geschwindigkeit und damit die Wucht des auftreffens ist also in beiden Fällen gleich. Alles dies setzt voraus, daß der Ball vollkommen elastisch zurückgeworfen werde, also nichts an seiner Geschwindigkeit verliere. Dies ist bei einem



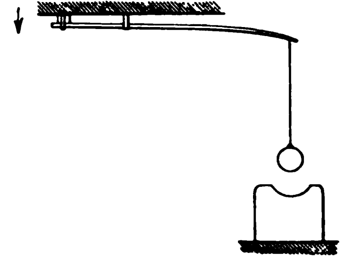
298. Schwanzhammer mit Balkenpreller.



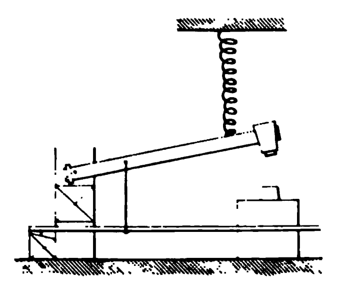
299. Bradley-Hammer. 301. Zughammer. 302. Schwebehammer.



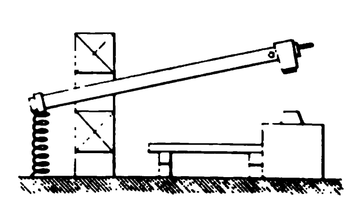
300. Schwedischer Hammer.



303. Chinesischer Schwebehammer.



304. Schwebehammer.

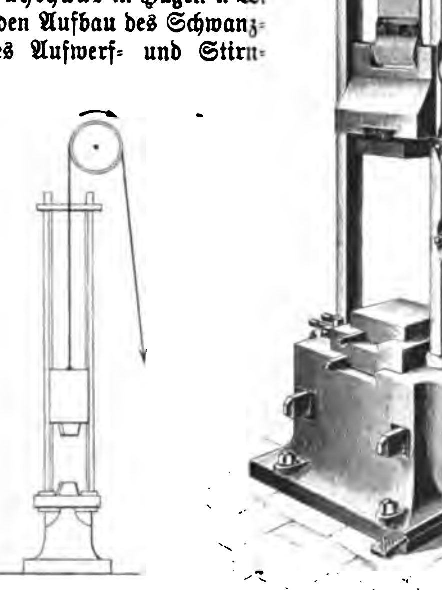


305. Schwebehammer.

Gummiball annähernd, bei einem so locker und unvollkommen aufgestellten Gegenstande aber, wie ein Schwanzhammer ihn darstellt, keineswegs der Fall. Der vom Preller zurückgeworfene Hammerkopf trifft das Schmiedestück daher sogar weit schwächer, als er es treffen würde, wenn er frei in die Höhe geworfen würde.

Dem Schwanzhammer in seiner ganzen Primitivheit treten der Aufwerfhammer und der Stirnhammer zur Seite. Bei dem ersteren greift der Daumen der dem Helf parallel liegenden Welle dicht hinter dem Hammerkopf an, während der Angriff beim Stirnhammer vorn, an der Hammerstirn stattfindet. Der Preller wird bei beiden Arten durch ein oben darüberliegendes, kräftig federndes Holzstück — wie in der Abb. 298 zu sehen ist — gebildet.

Diese Hämmer wie auch die Schwanzhämmer stehen längst auf dem Aussterbeetat. Die an die Eigenart der Schläge gewöhnten Hammerschmiede indessen hängen an dem System trotz der außerordentlichen Kraftvergeudung, welche demselben infolge der überaus unvorteilhaften Federung anhängt, und veranlassen daher immer noch ab und zu Neubauten nach diesem alten System. So stellt die Abb. 298 einen von Dahlhaus in Hagen i. W. gebauten Hammer dar, welcher den Aufbau des Schwanzhammers mit dem Preller des Aufwerf- und Stirnhammers vereinigt. Indessen gehört dieser Hammer, wie namentlich die letztgenannten beiden weniger der Kleineisenindustrie als vielmehr dem Hüttenwesen an, da sie seltener zum eigentlichen schmieden als zum ausquetschen und recken der Luppen und formen derselben verwendet werden.



306. Transmissionsriemenhammer.

307. Kochscher Hammer.

Eine wesentliche Verbesserung hat, in verschiedener Weise, der alte Schwanzhammer durch anbringen von maschinenbaumäßigen Lagern, Federn und Puffern erhalten. Der gebräuchlichste ist der Bradley-Hammer (Abb. 299), welcher Gummipuffer zur Aufnahme der Stöße besitzt. Eine andere Form zeigt Abb. 300, einen schwedischen Hammer.*) Bei beiden werden die Stöße mit möglichster Elastizität aufgenommen, wodurch sich dieselben der Lösung des Problems nähern, möglichst kräftige, weil nur wenig abgeschwächte Schläge zu liefern.

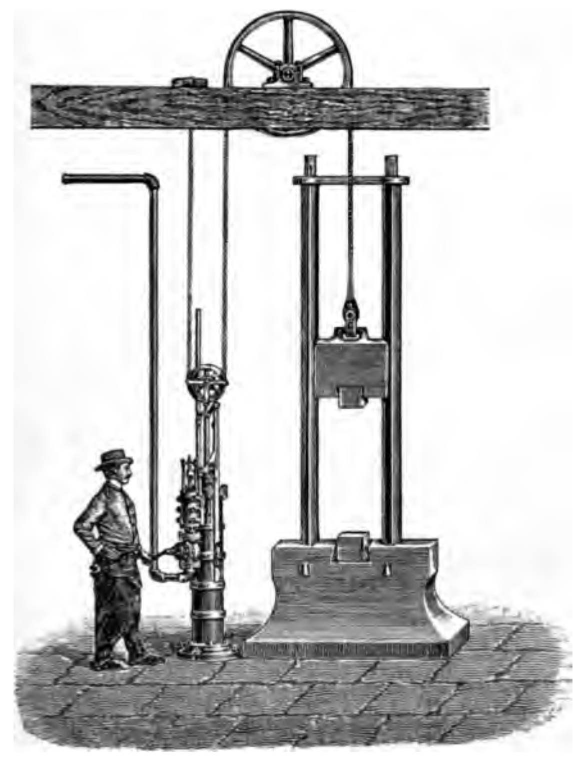
In den letzten Jahrzehnten hat sich der Riemenhammer eingebürgert. Derselbe entstammt dem alten Zughammer (Abb. 301), bei dem der ebenfalls zwischen zwei Schienen laufende Bär an einem über eine Rolle gehenden Seil von Hand in die Höhe gezogen wurde, also nicht schwerer sein durfte, als bequem zu ziehen ist. Solche Hämmer

*) S. auch die Abhandlung des Referenten: „Über Transmissionshämmer.“ „Zeitschrift deutscher Ingenieure“, 1889, S. 465.

waren noch zu Anfang der achtziger Jahre im Bergiſchen im Gebrauch. Direkt von dieſem Hammer abgeleitet ſind diejenigen, welche man in **Lüdenſcheid**, auch in **Schmalkalden**, für leichte Schläge verwendet (Abb. 302). Der Hammer wird durch eine Feder hoch gehalten — läßt alſo in der Ruhe die Bahn immer frei — und durch einen Fußtritt zum Schlag gebracht. Dies geſchieht entweder direkt durch einen Zug nach unten, oder indirekt, wippend, durch einen Zug nach oben.

308. Abheber mit Riemenſchleife.

Dieſer Hammer bildet in einer gewiſſen Richtung das Endglied einer kleinen Reihe, deren Anfang wohl uralt iſt; es ſind das die **Schwebehämmer**, deren erſter Vertreter heute noch in China gefunden wird und dort u. a. zum ſchlagen von Goldblatt Verwendung findet. Er beſteht einfach (Abb. 303) aus einem über dem Amboß (Mörſer) befindlichen Stein oder ſonſt einem geeigneten ſchweren Körper. Derſelbe wird kräftig von Hand heruntergezogen, ſo daß er einen Stoß, einen Schlag auszuüben imſtande iſt, und geht dann von ſelbſt wieder in die Höhe. Dieſe Hämmer haben alſo ſämtlich, wie beim Lüdenſcheider Hammer (Abb. 302) bemerkt wurde, die ſchöne Eigenſchaft, immer freie Bahn zu geben. Daran lehnen ſich mit gleicher Eigenſchaft die in den Abb. 304 u. 305 angegebenen heut veralteten, aber trotzdem oft genug zweckmäßigen Anordnungen.

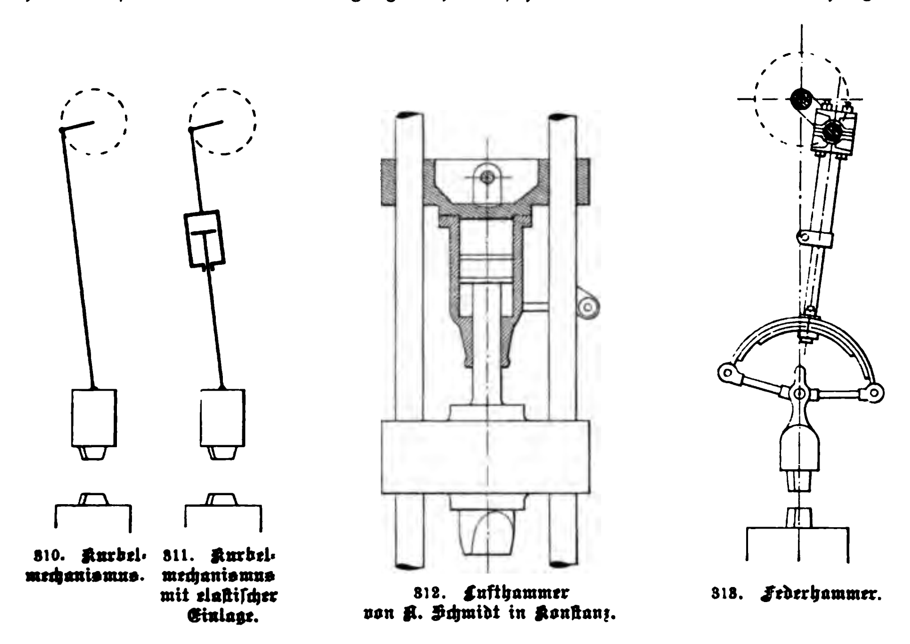


309. Dampfriemenhammer von Béché & Grohs in Hückeswagen.

Der oben erwähnte Riemenhammer nun (Abb. 306) hat den weſentlichen Vorteil, daß er von einer Transmiſſion aus, alſo mit weſentlich größerer Kraft gehoben werden kann, wobei die Hand nur das ein- und auslöſen zu beſorgen hat. Für gewöhnlich liegt der Riemen loſe auf einer Riemenſcheibe auf, welche faſt reibungslos unter demſelben läuft. Wird der Riemen nun angezogen, ſo entſteht zwiſchen Riemen und Riemenſcheibe eine Reibung, welche den Bären in die Höhe zieht. Läßt der Schmied den Riemen los, ſo fällt der Bär frei herunter.

Bei ſchweren und langen Riemen iſt die Reibung zwiſchen Riemen und Riemenſcheibe beim fallen zu groß, um vernachläſſigt werden zu können. Man erleichtert den Riemen dann wohl dadurch, daß man ihn nur ſo lang in ſeiner ganzen Breite läßt, als er an der Riemenſcheibe zur Benutzung gelangt, und namentlich das Schwanzende weſentlich ſchmaler und daher leichter macht. Ferner hat man eine ganze Reihe Vorrichtungen erdacht, welche den Riemen ganz frei von der Scheibe halten, ſolange kein Zug ausgeübt wird. Als Beiſpiel diene eine im Bergiſchen ziemlich beliebte **Abhebe-**

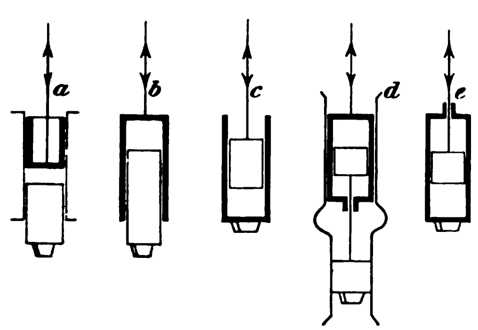
vorrichtung. An dem Hauptriemen ist ein zweiter, wesentlich leichterer (Abb. 308), mit a bezeichnet, angebracht, welcher eine große Schleife bildet. Mit dieser Schleife ruht er auf einer mit einem Gegengewicht versehenen oder an einer Feder hängenden



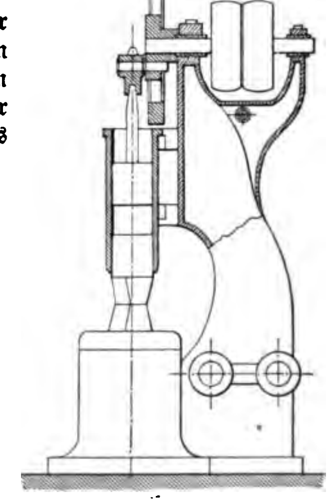
310. Kurbelmechanismus. 311. Kurbelmechanismus mit elastischer Einlage. 312. Lufthammer von R. Schmidt in Konstanz. 313. Federhammer.

Rolle, welche ihn mit dem Hauptriemen abhebt. Erst durch den Zug, den der Schmied auf das Ende des Hauptriemens ausübt, legt sich dieser auf die Riemenscheibe und hebt den Bären in die Höhe. — Statt einer großen Abheberolle findet man auch oft zwei kleinere hintereinander, wodurch die Schleife bei großen Antriebsscheiben noch besser angepaßt werden kann.

Die meisten Abhebevorrichtungen beruhen auf der Wirkung eines federnden Bügels, welcher den Riemen in einer geringen Entfernung von der Scheibe trägt und beim anziehen des Riemens niedergedrückt wird, so daß sich der Riemen auf die Antriebsscheibe legen kann. Diese ist aus



314. Lufthammersysteme.



315. Lufthammer von Krns.

diesem Grunde geteilt, so daß sich der federnde Bügel zwischen den beiden etwas auseinandergerückten Teilen befindet. Bei breiten Antriebsscheiben verwendet man auch zwei federnde Bügel, teilt also die Antriebsscheibe zweimal. — Die Feder wird auch häufig durch einen Gewichtshebel ersetzt.

Bei sehr schweren Bären ist die am Riemenende auszuübende Zugkraft zu groß, um von einem Arbeiter geliefert werden zu können. Man hat daher (Béché & Grohs) die Dampfkraft eingeschaltet (Abb. 309) in Form eines kleinen stehenden Dampfcylinders, der leicht vom Arbeiter bethätigt werden kann.

Eine andere Gattung mechanischer Hämmer, welche in der Kleineisenindustrie vielfach Verwendung findet, sind die Federhämmer. Dieselben werden, im weitesten Sinne aufgefaßt, von dem Kurbelmechanismus abgeleitet.

Verbindet man (Abb. 310) einen zwischen Führungen laufenden Bären durch eine Pleuelstange mit einer Kurbel, so kann der Mechanismus in Verbindung mit einem Amboß höchstens zum pressen gebraucht werden und gestattet nur eine langsame Bewegung. Denn erstens fehlt ihm die erforderliche Anpassung an die Dicke des Schmiedestückes, und zweitens hat der Bär während der Umdrehungen der Kurbel gerade da die geringste Geschwindigkeit, wo er die größte haben sollte, unten im toten Punkt.



316. Lufthammer von Béché & Grohs in Hückeswagen.

Schaltet man jedoch (Abb. 311) ein federndes Organ, z. B. einen Luftpuffer ein, so werden beide Übelstände mit einem Male beseitigt. Innerhalb bestimmter Grenzen wird die Wirkung des Schlages nicht von der Dicke des Schmiedestückes beeinträchtigt, und der Bär kann, vermöge seiner lebendigen Kraft und der Nachgiebigkeit des Puffers — der also nicht nur als solcher, sondern auch negativ durch seine Ausdehnungsfähigkeit wirkt — seine lebendige Kraft aus der Periode der größten Geschwindigkeit annähernd beibehalten und mit voller Wucht das Eisen treffen.

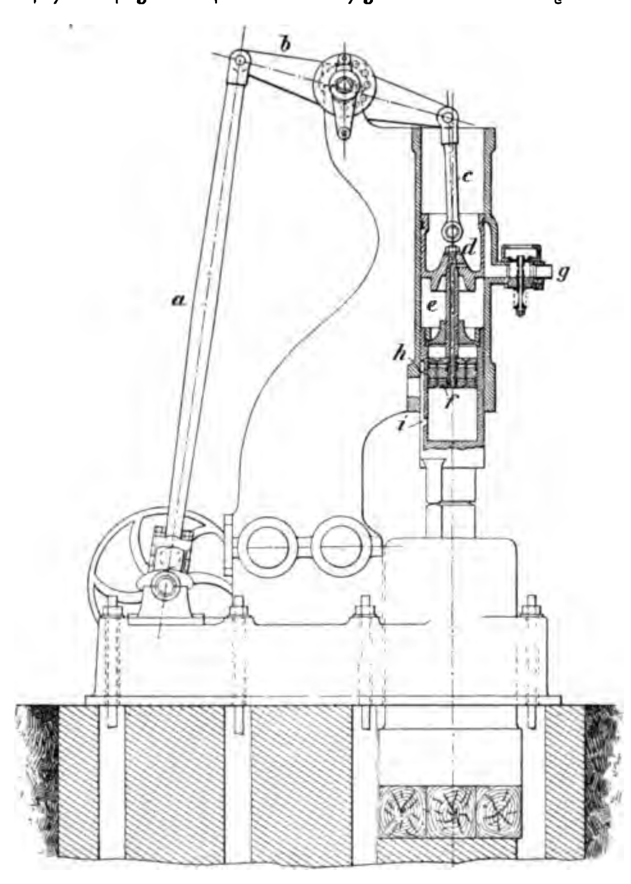
Als federndes Organ hatte man früher eine Bügelfeder (Abb. 313). In der Neuzeit ist das Luftkissen sehr in Anwendung gekommen, welches durch irgend eine Anordnung von Cylindern zwischen Bär und Kurbel eingeschaltet ist. In den Abbildungen 314 a—e ist die Reihe der möglichen Kombinationen, a, b, c einfach, d und e doppelt wirkend, schematisch zusammengestellt worden.

Die Verbindung zwischen Kurbel und Puffer oder Bär ist oft eine direkte, nach Abb. 311, verkörpert durch den Schmidtschen Lufthammer (Abb. 312), zuweilen auch eine indirekte, durch Vermittelung eines Hebels. Erstere führte später zu der aufrechten einfachen Konstruktion des Arnsschen Hammers (Abb. 315) und die letztere Anordnung zu der gedrungeneren Gestaltung des Hammers (Abb. 316) von Béché & Grohs in Hückeswagen.

Die Wirkungsweise ist bei diesen Hämmern, dem Schema der Abbildung 314a entsprechend, so zu denken, daß durch das Auf- und Niedergehen des Oberkolbens zwischen diesem und dem den Bären bindenden Unterkolben abwechselnd je eine Luftverdünnung und Luftverdichtung festgestellt wird, durch welche der Bär in die Höhe gesaugt oder niedergepreßt wird. Um die Stärke des Schlages zu regeln, ist der Raum zwischen den beiden

Kolben mit einem nach außen führenden Hahn versehen. Ist derselbe geschlossen, so gibt der Bär die volle Gewalt wieder, mit welcher die Luft durch den Oberkolben gepreßt wird, wogegen bei schon nur geringer Öffnung dieses Hahnes ein Luftaustritt oder ein Eintritt derselben stattfindet, wodurch diese Gewalt erheblich gemindert wird.

Die Anordnung des Hammers von Bêché & Grohs entspricht dem Schema e der Abb. 314 und besitzt indirekte Übertragung. Die Antriebswelle ruht unten auf dem Fundamente, von wo aus Kurbel, Pleuelstange a und Hebel b auf die Kolben wirken. Diese Anordnung führt zu einem sehr kräftigen Aufbau und ruhiger Arbeit. Der Hebel ist excentrisch gelagert, so daß man die Höhenlage des Bären dem Arbeitsstück oder der Höhe der zu verwendenden Gesenke anpassen kann.



317. Lufthammer von Bêché & Grohs in Hückeswagen. (Schnitt).

Die Regulierung der Schlagstärke dieses Hammers ist überaus sinnreich. Zunächst ist der Kreuzkopf d, welcher die Verbindung der zweiten Pleuelstange c mit der Kolbenstange e herstellt, als Kolben ausgebildet, welcher sich also in gleichem Abstande von dem eigentlichen Treibkolben f auf- und niederbewegt. Die zwischen diesem Oberkolben und dem als Bär wirkenden Cylinder befindliche Luft wirkt also ebenso treibend auf den letzteren, wie die unterhalb des Treibkolbens in dem Cylinder befindliche, dient also zur Vermehrung dieses Volumens, wenn auch ohne mit demselben im Zusammenhang zu stehen. Je größer nun eine solche als Puffer wirkende Luftmenge ist, desto weicher wird der Schlag sein, und umgekehrt. Wird das obere Luftkissen ausgeschaltet, so bleibt nur das untere übrig, und der Schlag wirkt stärker. Das ausschalten aber geschieht einfach durch öffnen des Steuerventiles g, welches leicht vom Schmied bethätigt werden kann.

Der Kolben f muß sich leicht in seinem Cylinder bewegen, darf also nicht luftdicht schließen. Die Folge ist, daß sich bei jeder Kompression etwas Luft durchdrängen wird, wodurch das Volumen vermindert wird. Zwar findet dasselbe auch von der oberen Seite her statt, aber nicht in dem Maße, wie unten, da nach oben hin nur der Bär zu heben, nach unten hin der Schlag auszuüben ist. Um dieser Luftverminderung auf beiden Seiten entgegenzutreten, besitzt der Kolben f zwei Kanäle — in der Figur leicht zu erkennen — welche die Öffnungen h und i passieren, und welche anderseits mit den Räumen über und unter dem Kolben verbunden sind, vermittelt durch Ventile, die sich nach diesen Räumen zu öffnen. Es kann also wohl Luft in diese Pufferräume eintreten, niemals aber eine schädliche Luftverdünnung entstehen, welche die Schärfe des Schlages beeinträchtigen würde.

Preßluftwerkzeuge.

Eine besondere Gruppe von Werkzeugen sind die Preßluftwerkzeuge. Unter Preßluft versteht man im Gegensatz zur Gebläseluft, deren Spannung sich meist innerhalb eines Meters Wassersäule bewegt, hoch komprimierte Luft, deren Herstellung schon besonders konstruierte Pumpmaschinen erfordert, zu denen die bekannten Gebläsemaschinen der Hüttenwerke den Übergang bilden.

Die erste Verwendung der Preßluft zu motorischen Zwecken, also zur Fortleitung der irgendwo aufgewendeten Pumparbeit nach entfernten Orten, war wohl die zu den Gesteinsbohrmaschinen, wo es darauf ankam, an entlegenen Stellen, z. B. in einem in der Herstellung begriffenen Tunnel, mechanische Arbeit zu verrichten. Hier dient also die Preßluft als Transmissionsmittel und steht damit auf einer Linie mit dem Seilbetrieb und der Elektrizität. In sehr großem Maßstabe ist diese Art der Kraftleitung in Amerika verwendet worden, wo z. B. die auf 5000 Pferdestärken bezifferte Leistung der Quinessecfälle in Nordamerika (Abb. 318) durch eine 60 cm weite Rohrleitung über 2 km weit zum Betriebe der Maschinen der Chapingruben verwendet werden. Eine ähnliche, kleinere Anlage besitzt die ebenfalls in Nordamerika befindliche Grube Great Republik. Ähnliche Bestrebungen vertraten Popp in Paris und Prof. Riedler in Berlin, welche die Preßluft zur Verteilung der Arbeit von einer Zentralstation aus innerhalb der Städte benutzten.

Aber erst in neuester Zeit hat man Werkzeuge geschaffen, welche im kleinen zur Bearbeitung der Metalle dienen, und diese sind es, welche hier unter dem Namen Preßluftwerkzeuge verstanden werden sollen. Einstweilen dienen sie freilich nur einfachen Zwecken. — Sie lassen sich in zwei Gruppen trennen, je nachdem sie eine drehende oder eine hin- und hergehende, hämmernde Bewegung zum Zweck haben. Die ersteren bilden den Übergang zur bisherigen Verwendung: Die Preßluft wird zum Antriebe einer Maschine benutzt, welche einer Welle eine Drehbewegung erteilt, die zu allem verwendet werden kann, was eben gedreht werden muß oder durch drehen getrieben werden kann. Der Unterschied von der bisher gekannten Art liegt lediglich in den außerordentlich kleinen Abmessungen und in der dadurch erreichten sehr großen Umdrehungszahl.

Der Bau der kleinsten Art dieser Maschinen, der Phönixbohrmaschine erinnert an die kleinen Spieldampfmaschinchen mit oscillierendem Cylinder, wie überhaupt die Einrichtung der Dampfmaschine für diese Maschinengattung maßgebend gewesen ist. So stellt Abb. 319 eine etwas kräftigere, dreicylindrige Gattung solcher Maschinchen dar, welche sich eng an eine früher viel im Gebrauch gewesene Bootsdampfmaschine, System Brotherhood, anlehnt. Man hat auch viercylindrige Maschinen (Phönix) gebaut, welche wiederum größere Leistungen zu vermitteln vermögen.

Alle diese Maschinen liefern also eine Drehbewegung, welche irgendwie abgeleitet und verwendet werden kann. Abb. 320 stellt eine solche in ihrer Gesamtheit dar. Das Maschinchen befindet sich in dem Gehäuse k, welches an den Griffen g gehalten und hantiert wird; b ist der Bohrer und s die Spitze, mit welcher der Apparat gegen irgend eine feste Stelle gesetzt wird.

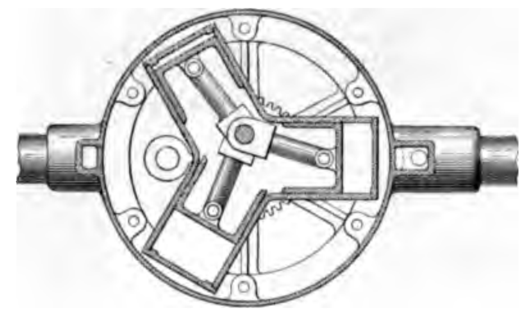
Die zweite Gruppe der Preßluftwerkzeuge schließt sich der Gesteinsbohrmaschine an und liefert eine hin- und hergehende Bewegung. Die Grundlage ihrer Arbeitsweise ist annähernd bereits in dem Abschnitt „Schmiede" Abb. 41 und 49 erläutert, enthält jedoch die besondere Neuerung, daß der Schieber nicht vom Kolben durch Hebelwerke u. s. w. sondern durch Kanalleitung getrieben wird. Abb. 321*) stellt das Leitungssystem dar. A ist der sorgfältig eingeschliffene Kolben, dessen Zapfen z die Schläge auszuführen hat. Als Objekt ist ein Meißel angenommen, dessen Kopf m unten in der genannten Abbildung zu erkennen ist. In der Zeichnung befindet sich dieser Kolben auf der Mitte seines Raumes. Über ihm befindet sich querlaufend der Schieber B, ebenfalls in seiner Mittelstellung, in welcher er einen Kanal c, welcher unter der ringförmigen Mulde A des Kolbens ausläuft, gerade verschließt. Die Verlängerung dieses Kanals führt auf die Zuleitung a, welche also

*) Vergl. „Stahl und Eisen" 1899, Nr. 13.

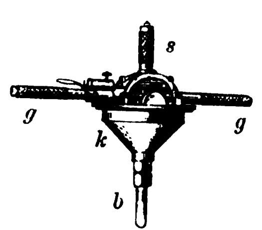


318. Preßluftleitung für 5000 Pferdestärken, Chapinmine, Iron Mountains, Michigan, V.-A.

in dieser Schieberstellung ebenfalls verschlossen ist. Man denke sich nunmehr den Schieber etwas z. B. nach rechts verschoben. Dann wird der Kanal a frei, und die Preßluft kann durch den Kanal b unter den Kolben gelangen, welchen sie in die Höhe treibt, während

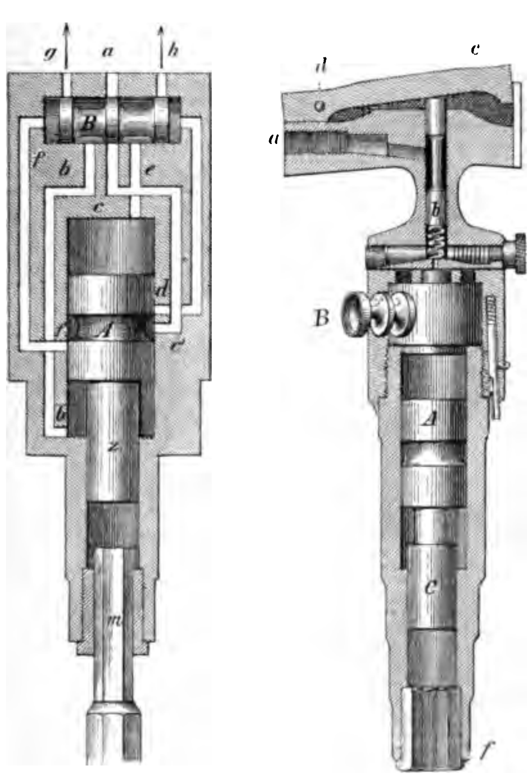


819. Preßluftbohrmaschine. (Zu S. 154.)



820. Preßluftwerkzeug. (Zu S. 154.)

die über ihm befindliche Luft durch den Kanal h ins Freie gelangt. Dabei aber streicht die Mulde desselben auch über den Kanal d, so daß Preßluft aus a durch c in d gelangen kann, wodurch der Schieber B nach links getrieben wird. Dann kann die von ihm verdrängte Luft durch die Kanäle f, b und g ausströmen. Nunmehr ist der Kanal a mit c verbunden und leitet Preßluft auf den Kolben, den sie nach unten treibt. Dadurch wird der Kanal f mit c oder a verbunden, so daß der Kolben wieder Druck von unten erhält und nach oben getrieben wird, worauf sich das Spiel wiederholt.



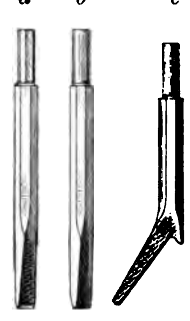
821. Leitungsplan des Preßlufthammers. (Zu S. 154.) a Einströmung, g u. h Ausströmung.

822. Preßlufthammer.

Der Apparat beginnt also, wenn mit der Preßluftleitung verbunden, seine Thätigkeit stets, sobald der Schieber nicht auf der Mitte steht. Es genügt, wenn dies zufällig der Fall sein sollte, ein leichtes Klopfen des Apparates, welcher die Preßluft durch einen leicht beweglichen Gummischlauch zugeführt erhält, gegen einen festen Körper, um den Schieber aus dieser Lage zu vertreiben, worauf die gegenseitige Einwirkung der beiden einzigen beweglichen Teile, des Kolbens und des Schiebers, sofort beginnt.

Abb. 322 zeigt den Schnitt eines Preßlufthammers, in welchem der Schieber B herausgeschoben gezeichnet ist. A ist wieder der mit einem Zapfen versehene Kolben, mit welchem er auf das bewegliche Zwischenstück C hämmert, das unmittelbar auf dem Kopf des hier nicht eingezeichneten Meißels liegt. Die Preßluft wird durch die Öffnung a eingeführt, in welche der Schlauch eingeschraubt wird. Der sorgfältig eingeschliffene Kolben b dient zum einlassen der Luft durch einen in der Zeichnung nicht sichtbaren Kanal und wird durch ein federndes und sich um den Stift d drehendes Druckstück mittels der den Griff umschließenden Hand

bethätigt. Er soll weniger zum regulieren der Kraft als nur zum an- und abstellen dienen. Die feine Einstellung wird, dem zur Verfügung stehenden Druck und dem Zweck angepaßt, durch das Schräubchen e bewirkt. Das Werkzeug, ein Meißel irgend einer Art (Abb. 323 a u. b) oder ein Bördeleisen für Blechbearbeitung (Abb. 323c), ist oben meist prismatisch gehalten und paßt zu der unten in den Hammer eingesetzten Büchse (Abb. 322f), welche ein drehen des Werkzeugs verhindert. Der Griff des Werkzeugs, welches etwa 4 bis 5 kg wiegt, liegt in der einen Hand des Arbeiters, der den Schaft in der anderen hält und das Ganze gegen den zu behandelnden Gegenstand drückt. Die Schläge folgen außerordentlich schnell aufeinander und erschüttern den Arm beinahe wie ein Induktionsstrom. Aber der Arbeiter hat auch weiter nichts zu thun, als das Werkzeug richtig zu führen; die Arbeitsleistung besorgt der kleine Kolben. Es ist überraschend, wie gewaltig die schnellen, wenn auch im Verhältnis schwachen Schläge wirken. Der selbst starke Span rollt sich (vergl. Abb. 240 u. 242) mit einer nicht gewohnten Geschwindigkeit ab, und der Arbeiter hat vollauf zu thun, wenn er ihn richtig leiten will. Aber er kann in kurzer Zeit außerordentlich viel leisten, so daß der Apparat überall da am Platze ist, wo es hauptsächlich auf schnelle Förderung der Arbeit der besprochenen Art ankommt.



323. Preßluftwerkzeuge.

Die Arbeit des Schmiedes.

Es gibt wenig so überaus anregende praktische Arbeiten, als die des Schmiedes, sei es nun, daß er, wie wir oben bei den Dampfhämmern und Schmiedepressen beschrieben, jene gewaltigen Massen zu bewältigen, unter dem Hammer zu drehen und zu wenden, also im wesentlichen nur zu kommandieren hat, sei es, daß er mit dem eigenen Hammer die Formveränderungen erwirken muß. Namentlich das letztere erfordert eine große Schnelligkeit der Überlegung und des Entschlusses. „Man muß das Eisen schmieden, wenn es warm ist", lautet das Sprichwort, und beim Schmied steht noch die Überlegung dahinter, daß das Eisen schnell kalt wird und daß jedes unnötige neuwärmen verlorene Zeit bedeutet und Kohlen kostet. Da heißt es denn, flink jeden Schlag zu überlegen. Zu Nebengedanken ist keine Zeit, und der Erfolg, ob gut, oder schlecht, ist sofort zu erkennen. Das aber schärft den Blick, regt im höchsten Grade an und gibt leicht die Befriedigung, welche mit regem Schaffen stets verbunden ist. Der richtige Schmied ist daher stets ein tüchtiger Mensch, mindestens von entschlossenem, meist aber auch von gutem Charakter. Denn ein tüchtiger Schmied muß von Jugend auf Schmied gewesen sein; das Fach ist zu schwer, um nachträglich erlernt werden zu können. Und wer von Jugend auf Freude am schaffen übt, erzieht sich selbst zum braven Menschen. Dazu kommt, daß die Schmiede noch stets ihren Mann ernährt hat. Mit dem schaffen ist also auch Wohlstand verbunden; die Arbeitsfreudigkeit bleibt rege, Neid und Mißgunst finden keine Stätte. Der Schmied ist daher auch wohlwollend, und das gibt den Menschen aus dem Lande, wo Eisen gereckt wird, das eigenartige derbe und biedere Gepräge.

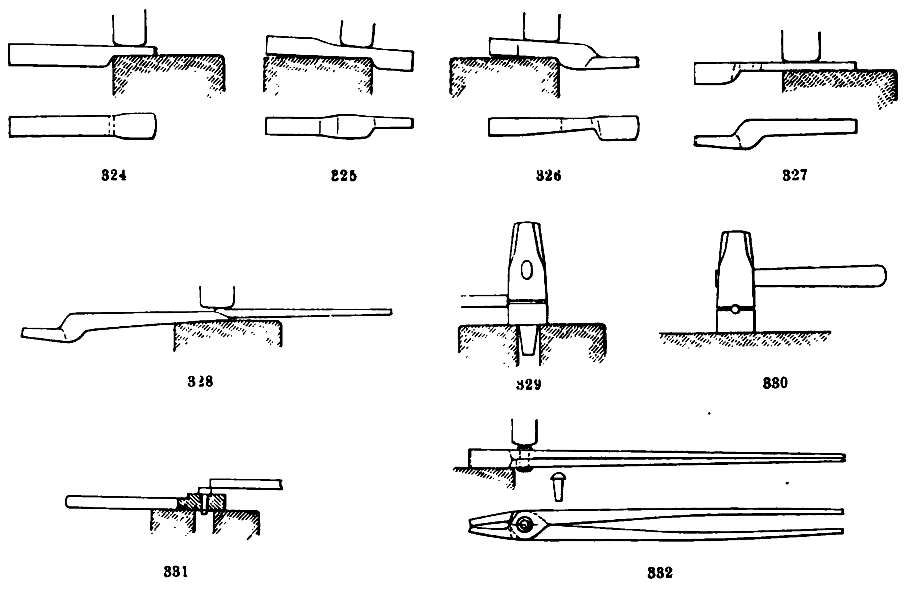
Freilich ist auch hier vieles anders geworden. Wir haben die Einrichtungen kennen gelernt, welche das eigentliche schmieden unnötig machen und an die Stelle des denkenden Handwerkers Arbeiter setzen, welche jahraus, jahrein dieselben Bewegungen zu machen haben, sehr oft ohne jedes Nachdenken, und so selber zur Maschine werden. Da freilich werden nicht jene schönen Eigenschaften erzogen; es ist Zeit genug da, um den Gedanken nachzuhängen, und die Freudigkeit am schaffen hängt nur noch insofern am Erfolge, als die Zahl der gelieferten, ewig gleichen Stücke den Lohn bestimmt.

Das Bild wird nicht erquicklich; wenden wir uns wieder dem freudigen schaffen zu, und folgen wir der Arbeit eines echten und rechten Schmiedes.

Er hat (Abb. 324 ff.) eins seiner besten Werkzeuge vor, die Zange, welche neu gefertigt werden soll. Als Hilfsmittel dient ihm der Hammer und der Amboß, zum wärmen das uns bereits bekannte Schmiedefeuer. Sonst finden wir beim echten Schmied

wenig und dabei recht einfache Gerätschaften. Ein Schrottbeil (Warmmeißel), ein ähnliches Werkzeug zum abhauen von kaltem Eisen, den Kaltmeißel, das Nageleisen und noch einige Gesenke zum rundstempeln, das ist alles. Es gibt wohl kaum einen Handwerker, der mit einer geringeren Zahl von Werkzeugen auszukommen und doch so vielerlei zu bilden vermag. Der Spezialschmied freilich, welcher nur eine beschränkte Anzahl Schmiedearbeiten liefert, für diese aber auch besonders eingerichtet ist, braucht mehr. Die Formbildung geschieht bei ihm nicht aus freier Hand, sondern mit Hilfe von allerlei Gesenken und besonderen Einrichtungen, wie wir sie in den Beispielen der Kleineisenindustrie kennen lernen werden.

Das Rohstück ist eine Stange Vierkanteisen. Der Schmied macht es gut warm, legt es, kurz mit dem Ende, auf den Amboß (Abb. 324) und flacht es mit einigen kräftigen Schlägen aus. Bei kleinen Stücken ist er selbst imstande, dies auszuführen; in der Regel hat er seinen Zuschläger, meist den Lehrling (Abb. 290), der mit einem schwereren Hammer leicht und schnell die gewünschte Formveränderung schafft.



324 bis 332. Schmieden einer Zange.

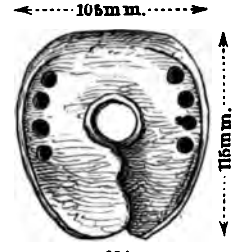
Dem ansetzen auf der Vorderkante des Amboß folgt nunmehr das absetzen auf der Hinterkante (Abb. 290 und 325), nach winkelrechter Wendung des Schmiedestückes. Dadurch wird das „Maul" der Zange gebildet und zugleich die flache Stelle geschaffen, welche den Bolzen zur Verbindung der beiden Zangenschenkel aufzunehmen hat. Diese abzugrenzen, wird das Schmiedestück in die frühere Lage zurückgedreht (Abb. 326) und wieder auf der Hinterkante abgesetzt. Hierdurch wird der Schaft der Zange abgeformt, welcher dann in der folgenden Operation nach dem Scharnier zu geglättet wird. Das alles kann bei einem flinken Schmied und mäßigen Verhältnissen in einer „Hitz" geschehen, erfordert indessen in der Regel ein geringes nachwärmen der Flächenstelle hinter dem Maul. Dann nimmt der Schmied das Maulende in die Zange und reckt den Schenkel vierkant schlank verjüngt aus, dem Ende (Abb. 327) eine schräge Zuschärfung für die nun vorzunehmende Schweißung gebend. Dies anschweißen ist dann erforderlich, wenn der Schmied die Arbeit umgehen will, das starke Quadrateisen zu einem dünnen Rundstück auszurecken. Er kommt schneller zum Ziel, wenn er ein fertig passendes Stück Rundeisen anschweißt. Dies nun wird kurz warm gemacht und, wie in der Abb. 328 zu erkennen ist, vorbereitet. Dann werden beide Stücke, meist im selben Feuer, gleichzeitig gut schweißwarm gemacht; der Gehilfe nimmt das Stück Rundeisen und fährt damit aus, während der Schmied

das Zangenstück auf den Amboß legt. Gewandt und sicher muß der Gehilfe dann das sprühende Stück auf das Ende des anderen legen — einige schnelle und sichere, zuerst ziemlich leichte und dann kräftigere Schläge, und die Verbindung ist hergestellt. Dann folgt, noch mit derselben Wärme, das glatte behämmern und das lochen. Hiermit ist die eine Hälfte der Zange fertiggestellt. Die andere hat genau dieselbe Form.

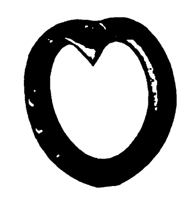
Es fehlt nun noch der Niet. Solche sind käuflich im Laden zu haben. Der Schmied zieht es indessen vor, sich denselben selbst zu machen. Hierzu wird irgend ein Abfallstück



333. Bruchstück eines Hufeisens aus dem Grabe Childerichs († 481.)

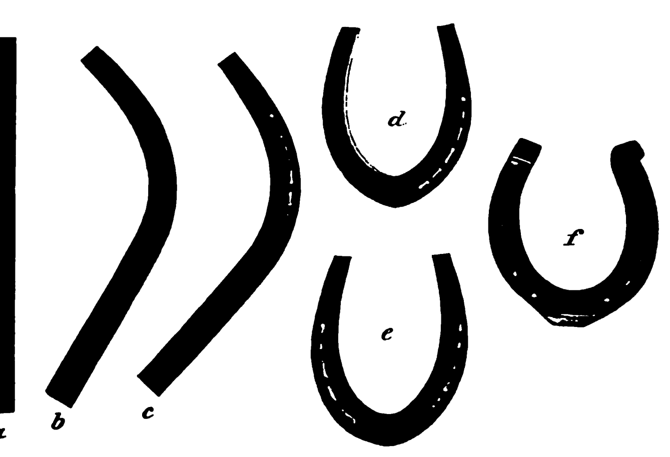


334. Altpersisches Hufeisen.



335. Hufeisen für kranke Pferdehufe.

verwendet, welches nur wenig stärker zu sein braucht, als der Niet werden soll, falls nicht gerade ein passendes Stück Rundeisen vorhanden ist. Dasselbe wird kurz vorn warm gemacht und unter dem Gesenk (Abb. 329) rundgestempelt — der flinke Schmied bringt das auch ohne Gesenk fertig — nahezu ganz durchgehauen, in das Nageleisen gesteckt, halb umgebogen (Abb. 331) und durch anhämmern des Kopfes fertiggestellt. Noch einmal gewärmt, wird es durch die beiden aufeinander gelegten Zangenhälften gesteckt und mit Gegenkopf versehen. Hierbei werden aber die beiden Hälften zu stark aneinandergepreßt; die Zange geht zu schwer. Da genügen einige leichte Schläge auf den einen der Köpfe, während der andere frei liegt (Abb. 332), und die Zange ist lose und gangbar.



336. Herstellung des Hufeisens.

Als ein anderes Beispiel für die Handschmiederei mag die Herstellung des **Hufeisens** hier noch einen Platz finden.

Das Geschichtliche über diesen Gegenstand findet der Leser in dem Abschnitt „Nägel“ unter „Hufnagel“. Obwohl danach der Hufbeschlag ziemlich alt ist, sind doch alle Funde von Hufeisen außerordentlich selten. Es mag dies damit zusammenhängen, daß ein solcher Gegenstand naturgemäß nur sehr selten fortgeworfen, sondern immer wieder von neuem verarbeitet wurde, so daß es sich meist nur um verlorene Stücke handeln kann.

Als ältestes Stück wird eine runde Eisenscheibe (Abb. 333) angesehen, welche in dem Grabe Childerichs († 481) gefunden worden ist, jedoch von Lindenschmitt für einen Schildbuckel gehalten wird. Die Größe spricht allerdings für letzteres, während die Scheibenform keinen Einwand darbieten würde. Abb. 334 zeigt ein altpersisches Huf-

eisen, Eigentum des Herrn Dr. Ludwig Beck*), welches auch Scheibenform zeigt. Und in der Abb. 335 ist ein Hufeisen dargestellt, wie es heute noch für kranke Pferdehufe verwendet wird.

Die Herstellung des Hufeisens ist aus der Abb. 336a—f zu erkennen. Das Rohstück a wird an dem einen Ende, b, gebogen, dann, c, mit der Nagelnut versehen, fertig gebogen, d, und erhält dann auf der anderen Seite, e, die Nagelnut, in beiden Fällen gleichzeitig mit den Nagellöchern. Dann werden die Stollen angebogen und endlich der Hufhaken, f, womit die Arbeit beendet ist.

Neuerdings werden die Hufeisen mechanisch, unter dem Fallhammer fertiggestellt, nachdem sie meistens von Hand vorgebogen worden.

Diese beiden Beispiele müssen leider genügen, um die trotz der so einfachen Mittel außerordentlich vielseitige Thätigkeit des Schmiedes zu erläutern. Der Raum gestattet nicht, näher auf die interessanten Leistungen dieses Handwerkes einzugehen.

Der Schutz und die Verschönerung der Oberflächen.

Neben seinen vorzüglichen Eigenschaften, die das Eisen zum technisch wertvollsten aller Metalle machen, besitzt dasselbe bekanntlich die schlechte, der Einwirkung feuchter Luft gegenüber außerordentlich wenig Widerstandskraft zu zeigen, leicht zu rosten. Unter dem Einfluß der Feuchtigkeit und Kohlensäure**) verbindet es sich mit dem Sauerstoff der Luft, überzieht sich mit einer lockeren Schicht, dem Rost, die sich zum Teil aus dem Material der Oberfläche selbst bildet, also dieselbe angreift und immer weiter frißt, bis endlich das ganze Stück durch und durch in eine braune lockere Masse verwandelt ist. Selbst tief in die Erde, in das Mauerwerk, dringen Luft und Feuchtigkeit ein. Wir finden aus diesem Grunde weder in der Erde, noch selbst in alten Mauern metallisches Eisen vor. Nur die Meteorsteine weisen natürliches Eisen auf. Dies ist auch der Grund, weshalb man, mit ganz seltenen Ausnahmen, keine eisernen Gegenstände aus der Vorzeit findet, während Steinwerkzeuge von dem Vorhandensein, und Bronze-, Gold- und Silbergeräte von der Kunst des Urmenschen zeugen. — Das älteste Stück Eisen, welches wir besitzen, ist ein sichelartiges Werkzeug aus Eisen, welches man in einer Pyramide gefunden hat, und dem man ein Alter von dreitausend Jahren zuschreibt. Der Mensch wußte also damals schon und sicher noch viel früher das Eisen zu erzeugen und zu behandeln, nicht aber zu schützen, und spurlos gingen die damaligen Produkte der Eisenindustrie verloren. Denn eine Industrie muß sich schon bald entwickelt haben. Keulen, Bogen und Pfeile, auch wohl die primitivsten Steingeräte, konnte sich wohl ein jeder fertigen. Die Erzeugung des Eisens aber ist eine Kunst und ebenso die Verarbeitung desselben. Schon der an die Fundstätten gebundenen Örtlichkeit wegen konnte diese Kunst nicht in jedermanns Hand sein. Es bildeten sich seßhafte Künstler heran, welche anderen ihre Erzeugnisse, sicher gegen Entgelt, lieferten, und das gibt eben eine Industrie.

Ob nun unsere eisernen Erzeugnisse dem Zahn der Zeit zu trotzen geeignet sind? Kaum. Die Mittel, welche uns heute zur Erhaltung zu Gebote stehen, beziehen sich knapp auf Jahrhunderte, und die Jahrtausende werden unsere Produkte der Eisenindustrie ebenso wehrlos finden, wie die unserer Urvorderen. Anders würde es sein, wenn es uns gelingen würde, das Eisen durch Legierung widerstandsfähiger zu machen.

Schutz und Verzierung der Oberflächen sind kaum voneinander zu trennen. Der Schmied wischt, im einfachsten Fall, seine Erzeugnisse mit Öl ab. Das rosten wird auf längere Zeit gehindert, und die Ware sieht auch besser aus. Was Haupt- und was Nebenzweck ist, kommt selten zum Bewußtsein.

Haltbarer als Öl ist der Firnis, gekochtes Leinöl, oft mit Sikkativ (Leinöl mit Bleiglätte eingekocht) versetzt, welcher durch trocknen einen widerstandsfähigen Bezug

---

*) S. Beck, S. 877, wo gleichzeitig eine sehr ausführliche geschichtliche Abhandlung über das Hufeisen zu finden ist.

**) Vergl. die eingehende Abhandlung von Dr. Julian Treumann, „Stahl u. Eisen" 1898, Nr. 19, Seite 882 u. f.

bildet. Derselbe wird häufig mit Farbstoffen, wie Graphit, Eisenoxyd, Mennige u. s. w., angerieben und bietet den Atmosphärilien dann noch mehr Widerstand.

Dies gibt die Grundlage für den Schutz durch Anstrich. Soll das Aussehen bevorzugt werden, so tritt der glänzende Lack ein, ein Harz in Spiritus, Terpentin oder in irgend einem Äther gelöst. Das Material trocknet schnell und liefert einen besseren Glanz, als der Firnisanstrich. Ist die Oberfläche an sich schon eben, so wird auch der Lack an sich bereits schön glatt sein. Wird also auf das Aussehen besonderer Wert gelegt, so bearbeitet man die Oberfläche vor dem Anstrich durch feilen, schleifen oder schmirgeln. Sind die Unebenheiten zu groß, so schickt man dem Anstrich das spachteln voraus: man füllt die Vertiefungen mit Kitt — Firnis, mit Schlemmkreide, Bleiweiß u. s. w. angerieben — aus, trocknet und schleift mit Sandpapier, Schmirgel u. s. w. ab.

Die Widerstandsfähigkeit des Lackes wird durch trocknen in erhitzten Räumen wesentlich erhöht. Für Nähmaschinen, Fahrräder, Blechgeschirre hat man gemauerte Kammern, welche durch ein darin brennendes oder durchziehendes Feuer, in der Neuzeit häufig Gasflammen (Bunsenbrenner), auf 100 bis 150 Grad gehalten werden, worin dann die Gegenstände mehrere Stunden verweilen müssen. Dann wird abgerieben, wieder lackiert und — „gebrannt", wie man das trocknen im Ofen wohl nennt, und so bei mehrmaliger Wiederholung ein prächtig glänzender, sehr widerstandsfähiger Bezug geschaffen, wie man ihn heute bei den Objekten der Kleineisenindustrie gewohnt ist. Man nennt diese Operation vielfach: „emaillieren". Dies ist aber ein technischer Reklameausdruck; emaillieren ist etwas anderes. Man sollte, um die sorgfältige und wertvolle Lackierarbeit von der gewöhnlichen zu unterscheiden, den Ausdruck Lackemaille oder, deutsch, Brennlack — um die Wirkung des Trockenofens einzuschließen — brauchen.

Zu diesem lackieren tritt in den allermeisten Fällen noch das verzieren durch Malerei und Druckerei. Das Werkzeug hierzu ist in erster Linie der Pinsel. Randverzierungen, Arabesken, auch Firmen u. s. w. werden von Hand mit Farbe oder Bronze — fein gestampftes Gold, Bronze, Silber, Zinn — aufgetragen, getrocknet und lackiert. Auch Perlmutterstückchen werden eingesetzt und so oft herrliche Verzierungen geschaffen.

Bei unserer heutigen Massenfabrikation spielt das Druckverfahren auch für diese Zwecke eine große Rolle. Entweder werden Stempel mit den gewünschten Verzierungen, Bezeichnungen u. s. w. gefertigt, gefettet und aufgedrückt und so eine klebrige Oberfläche geschaffen, welche die dann aufgebrachte Bronze festigt — oder man benutzt das bekannte Abziehverfahren. Die Bilder werden auf dünnes Löschpapier etwas fett gedruckt, mit der Vorderseite auf den Lack gelegt und nach dem befeuchten abgezogen. Die fette Farbe bleibt dann haften.

Das eigentliche emaillieren besteht in der Herstellung eines glasartigen Bezuges und wird mehr für Geschirre, Topfware, Schüsseln u. s. w. aus Blech verwendet.

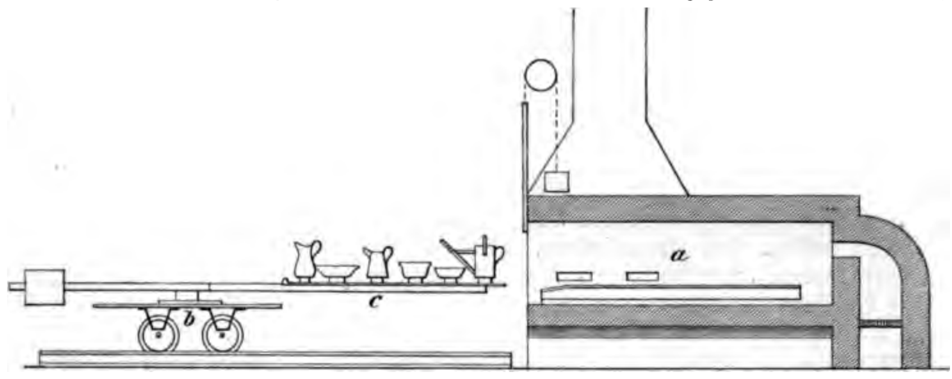
Ein Glas entsteht bekanntlich durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit mindestens zwei Basen. Kieselsäure liefert die Natur in Form reinen weißen Sandes. Als Basen braucht man Kalkerde, Bleiglätte, Kali, Natron, Magnesia u. s. w. Kalk macht das Glas schwer-, Blei macht es leichtflüssig. Kieselsäure läßt sich durch Borax ersetzen — wie in dem Kapitel „Schweißen" bei Besprechung der Schweißmittel besprochen worden — welches eine wesentlich leichter schmelzbare Glasart gibt. Alles dies bildet eine farblose klare Schmelze. Die Farben liefern die Metalloxyde: Zinn weiß, Kobalt blau, Chrom grün, Eisen braun und grau, Gold rot u. s. w., welche in Pulverform hinzugesetzt und durch weiteres feinstes zerreiben oder schlemmen innig gemengt werden und entweder unmittelbar als suspendierte Bestandteile (Zinnasche z. B. färbt weiß) oder nach ihrer Lösung färben.

Das zu emaillierende Blech muß nun, bevor die Emaille aufgetragen wird, metallisch rein gemacht werden. Es geschieht dies durch beizen in einer verdünnten Säure, Salz- oder Schwefelsäure, selbstverständlich nach vorheriger möglichster mechanischer Säuberung.

Nun folgt das auftragen des einfarbigen Grundes — wobei es oft sein Bewenden hat — dann das brennen, also ganz ähnlich wie bei dem Brennlack. Nur ist hier eine

wesentlich höhere Temperatur erforderlich, nämlich Rotglut, in welcher die Emaille sicher schmilzt und sich zu einem gleichmäßigen glasartigen Bezug verteilt.

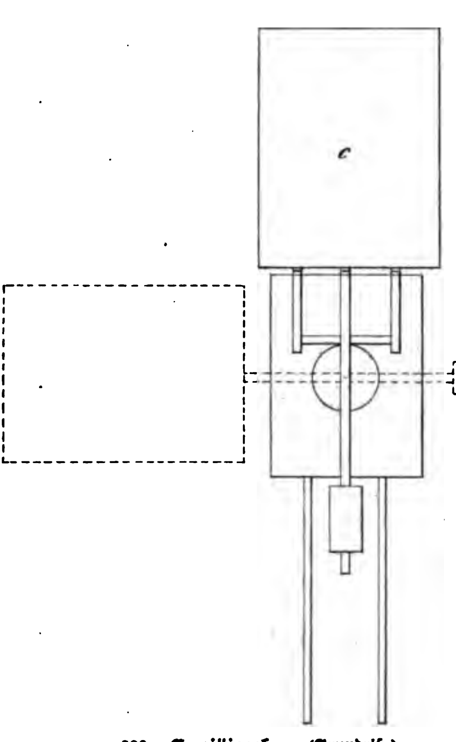
Als Glasmasse, welche indessen oft viel schwerflüssiger genommen wird, wird eine Mischung von 100 Quarzsand, 55 Borax und 10 Bleiweiß angegeben. Die Deckmasse,



337. Emaillierofen. (Schnitt.)

der zweite Überzug, besteht in der Regel aus Zusammensetzungen, wie z. B. 100 Quarzmasse, 49 Borax, 88 Zinnasche, 44 calc. Soda, 29 Salpeter und 14 gebrannte Magnesia.

Das einsetzen in den Ofen geschieht meist von Hand. Der Ofen muß natürlich zu diesem Zweck so weit abgekühlt worden sein, daß diese Arbeit ohne Schaden für das Personal vollzogen werden kann. Bei großem Betrieb muß der Verlust an Zeit möglichst vermieden werden, womit auch an verlorengehender Wärme gespart wird. Man hat aus diesem Grunde mechanische Einsatzvorrichtungen (Abb. 337 u. 338) konstruiert. Wir sehen in a den Ofen, welcher von einer durchschlagenden Flamme geheizt wird. Vor demselben befindet sich ein auf Schienen laufender Wagen b, welcher ein zur Aufnahme der Ware dienendes drehbares Rahmenwerk trägt, auf dessen Ende eine Platte c liegt. Behufs Füllung wird das den Tisch tragende Rahmenwerk seitlich (Abb. 338) gedreht und mit den zu brennenden Sachen bepackt, dann zurückgedreht und vorgeschoben. Hierbei legt sich das Rahmenwerk auf hierfür bestimmte Leisten an den Wänden des Ofens, und der Wagen kann leer zurückgerollt werden, um neu mit einer Platte und der Ware beladen zu werden, während das einbrennen der soeben eingelegten Ware erfolgt.



338. Emaillierofen. (Grundriß.)

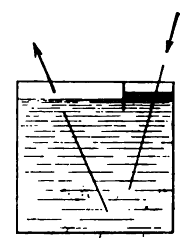
Dem ersten Brand folgt das weitere verzieren und bemalen. Der Stoff hierfür ist natürlich wieder eine Emaille, vermischt mit den färbenden Bestandteilen, welche, wie bei dem Brandlack, entweder künstlerisch von Hand mit dem Pinsel aufgetragen oder mit Hilfe des Druck- oder Abziehverfahrens aufgebracht werden.

Eine wesentliche Rolle spielt beim emaillieren der Ausdehnungskoeffizient des Glasflusses in Bezug auf den des zu überziehenden Metalles. Beide sollen möglichst gleich sein, weil der Bezug sonst leicht abspringt. Dies ist nur durch richtige Mischung und

namentlich durch Zusätze zu erreichen, auf welche die Fabrikanten großen Wert legen und welche sie meist geheim halten.

Die bisher besprochenen schützenden und verzierenden Bezüge bilden einen mehr oder weniger leicht zu entfernenden Belag, welcher an sich mit dem Metall nichts zu thun hat. Sie genügen daher den Anforderungen, welche man an einen dauerhaften Schutz stellen muß, vielfach nicht. Man wendet sich deswegen oft an solche Bezüge, welche eine mehr oder weniger innige Verbindung mit dem Metall selbst eingehen. Hierzu führen die metallischen und die chemischen Bezüge. Dahin gehören das verbleien, verzinken, verzinnen; ferner das galvanisieren und plattieren. Die chemischen Bezüge führen den Namen beizen, brünieren, bläuen, oxydieren und Inoxydation, wozu dann noch die Oberflächenhärtung tritt.

Verbleien, verzinken und verzinnen haben eine große Ähnlichkeit in der Ausführung miteinander. Sie erfordern einen meist aus Eisen, heute vielfach aus Stahlguß gefertigten Schmelzkasten, welcher über einer Feuerung eingemauert ist und das Metallbad enthält. Um das geschmolzene Metall gegen Oxydation zu schützen, was namentlich bei Blei und Zink erforderlich ist, bedeckt man die Oberfläche, oder (Abb. 339) einen Teil derselben, mit Kohlenpulver, oder einer Schmelze aus Salmiak mit Kolophonium, oder auch mit Palmöl. Die sorgfältig — wie vor dem emaillieren — gereinigten und gebeizten Bleche oder Waren werden dann sehr gleichmäßig eingetaucht und ebenso wieder herausgezogen. Manchmal, namentlich beim verzinnen, kühlt man sie gleich darauf durch eintauchen in Wasser ab. — Platten werden, wie Abb. 339 zeigt, an einer anderen Stelle herausgezogen, zu welchem Zweck das Bad, wie angegeben, durch eine Brücke an der Oberfläche in zwei Teile getrennt wird. — Bandartige Körper werden kontinuierlich behandelt, ähnlich wie wir es bei der kontinuierlichen Härtung (Abb. 264) gefunden haben.


339. Verzinnen.

Eine sehr beliebte Verschönerung verzinnter und auch verzinkter Bleche ist das Metallmoiré. Das Verfahren wurde durch Alard in Paris 1814 eingeführt. Die Figuren des Moiré — Wässerung — beruhen darauf, daß das flüssige Metall beim erkalten in Krystallen anschießt, die um so größere Figuren bilden, je langsamer die Erkaltung vor sich geht. — Sie sind indessen nicht ohne weiteres sichtbar, sondern von einem feinen Häutchen überzogen, und treten erst hervor, nachdem dieses entfernt worden. Dies geschieht leicht durch beizen mit einer geeigneten Säure, für Zinn und Zink Salzsäure.

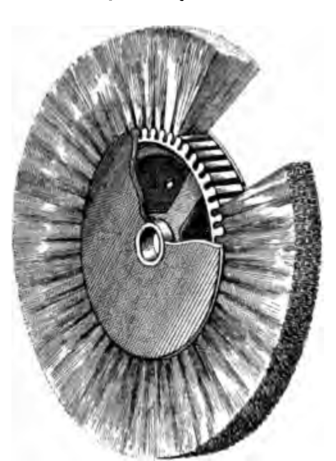
Als Beize und gleichzeitig zum ablöschen wird auch eine Flüssigkeit empfohlen, welche aus 4 Teilen Wasser, 2 Zinnchlorid, 1 Salpetersäure und 2 Salzsäure besteht.

Man wird wohl bei allen geflossenen Metallen derartige Figuren hervorrufen können. Am schönsten zeigen sie sich bei recht reinem Zinn, und zwar um so kräftiger, je stärker der Bezug ist. Durch rasche oder ungleichmäßige Abkühlung hat man es in der Hand, die Muster zu ändern. Man erhitzt das Blech oder das Gefäß, bis das Metall anfängt zu schmelzen, und taucht es rasch, bei Blechen unter schräger Führung, ins Wasser. Es entsteht dann ein feines granitartiges Moiré. Spritzt man das Wasser, anstatt einzutauchen, mit einem Besen oder einer Brause u. s. w. tropfenweise auf, so entsteht unter jedem Tropfen ein Krystallisationszentrum und damit ein sternförmiges Gebilde. Läßt man die Tropfen durch entsprechende Neigung der Platte abfließen, so zeigen sich krause Streifen. Ein heißer Lötkolben, mit der Spitze auf das kalte Blech gehalten, bringt das Metall dort zum schmelzen, und es erscheint nach dem erkalten und beizen ein strahliger Stern. Übergeht man das Blech mit dem Lötkolben in einer Linie, so entsteht ein Krystallisationsstreifen mit ährenförmiger Zeichnung. Auf diese Weise kann man Kränze und andere entsprechende Figuren hervorbringen.

Nach dem abkühlen und beizen spült man die Fläche noch gut ab und überwischt sie mit Ätzkali, um die letzte Spur einer Oxydschicht zu entfernen, worauf man sie fein lackiert. Dadurch wird die Fläche gegen die Wirkung der Luft geschützt und erhält außerdem ein noch besseres Ansehen. Natürlich dürfen moirierte Bleche nur noch vorsichtig mit hölzernen Hämmern behandelt werden. Eine kräftigere Behandlung, treiben oder drücken, würde die Figuren verderben.

Das galvanisieren ist ein elektrisches Verfahren und ist in der Elektrizität (Band III) eingehend behandelt worden. Die Ware wird wieder mechanisch und chemisch mit großer Sorgfalt gereinigt — dekapiert — und als negativer Pol (Kathode) in das Metallbad gehängt, eine Lösung eines Salzes des betreffenden Metalles. Den positiven Pol, die Anode, bildet eine Metallplatte meist des niederzuschlagenden Materials. Dasselbe überzieht die Ware und bildet, wenn dies langsam genug geschieht, einen mehr oder weniger feinen Belag. Die Haftung desselben ist um so sicherer, je reiner die Oberfläche der Ware war und je langsamer der Niederschlag erfolgte. Im anderen Falle läßt sich derselbe ablösen oder blättert auch von selbst ab. Aus diesem Grunde wird die Ware häufig während des Vorganges herausgenommen und mit einer Messingbürste, von Hand oder mechanisch, gebürstet. In der Neuzeit hat man hierzu (Abb. 340) Bürsten, bei denen die Borsten ausgewechselt werden können.

Bei einigen Metallen wendet man einen Zwischenbezug an. Messing, auch Kupfer werden zuweilen erst fein verquickt — in eine Lösung von Quecksilberchlorid gehängt — um vergoldet zu werden. Stahl und Eisen werden vor dem vernickeln oft erst verkupfert, und bei Zinn oder Lötstellen haftet überhaupt zuerst kaum ein anderes Metall als Kupfer, so daß hier die Verkupferung stets einer anderen Galvanisierung vorhergehen muß.



340. Rotierende Bürste mit auswechselbaren Einsätzen.

Die Oberfläche der so behandelten Ware wird um so schöner, je schöner sie vor dem galvanisieren war. Erst ein sehr starker Bezug, wie er z. B. bei kräftiger Vernickelung erzeugt wird, gestattet und erfordert ein nachpolieren. Dies geschieht zuweilen von Hand mit der Bürste, dem Putzlappen, mit Hilfe von Schlemmkreide oder Polierrot. Beide Körper werden in der Neuzeit vielfach mit Talg zu einer Paste zusammengeschmolzen, was zu einer sehr sparsamen und bequemen Verwendung führt. Größere Anlagen verwenden die rotierende Bürste oder die Lappenscheibe, welche, wie die erstere, auf eine sehr schnell rotierende Achse gesetzt wird.

Hierher gehört auch ein noch sehr wenig bekanntes Verfahren, welches bunte Farben auf blanken Metallflächen liefert, freilich weniger zum Schutz als zur Verzierung. Der Operation muß also ein gutes lackieren folgen. Die Objekte — auch polierter Stahl eignet sich hierfür recht gut — werden in eine Metallösung gelegt und an beliebigen Stellen mit den Polen eines schwachen elektrischen Elementes berührt. Es bilden sich sofort regenbogenfarbige Ringe, pfauenaugenähnliche Flecke, welche von lemniskoidenartigen Linien umgeben oder miteinander verbunden sind. Die Figuren werden mathematisch genau und entsprechen nach den Untersuchungen des Prof. Dr. Holzmüller genau dem Gesetz, wonach die Wirkung des Stromes mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Das plattieren, welches namentlich mit Nickel geschieht — im Gegensatz zum vernickeln: nickelplattieren — ist ein Schweißverfahren. Die Metalle, Flußeisen und Nickel, werden in verhältnismäßig kleinen und dicken Platten aneinander geschweißt und dann zu Blech ausgewalzt, genau wie wir es beim verstählen (Abb. 285 c, d, e) kennen gelernt haben. Das schweißen erfordert hier besonders große Vorsicht und wird namentlich, als geheimgehaltenes Verfahren, von der Firma Fleitmann & Witte, Menden bei Schwerte in Westfalen, durchgeführt. Die nickelplattierte Ware wird also stets aus fertig plattiertem Blech hergestellt, im Gegensatz zur vernickelten Ware. Sie ist außerordentlich haltbar und im Haushalt sehr beliebt, freilich auch wesentlich teurer. Besonders bevorzugt sind die Kochgeschirre als haltbar und elegant.

Die chemischen Bezüge beruhen auf der Bildung eines schützenden Bezuges aus dem Material der Oberfläche selbst, durch Herstellung neuer Verbindungen.

Oft sind es Geheimverfahren. Beliebt, namentlich in der Gewehrfabrikation, ist das brünieren. Die Gegenstände werden, immer nach sorgfältiger Reinigung, mit Antimon-

butter — Antimonchlorid — bestrichen, gleichmäßig berieben und warm getrocknet. Durch Wiederholung dieses Prozesses erhält man jenen nicht unschönen und sehr haltbaren, namentlich naturgemäß sehr rostfesten Bezug. Es ist ja eigentlich ein künstliches rosten.

Beim bläuen spielt das verkupfern eine Rolle. Kupfervitriol, mit Sublimat gemischt, bildet die Grundlage der betreffenden Rezepte. Das bestreichen oder verreiben wird, mit Warmtrocknung durchsetzt, oft wiederholt. Die Farbenbildung ist hier vielleicht auf die „Farben dünner Blättchen" zurückzuführen, da die Kupferfarbe gar nicht zur Geltung gelangt, die freilich vielleicht auch durch das Quecksilber modifiziert wird.

Bläuen wird auch durch einfaches anlassen bewirkt, ein Verfahren, welches bei Besprechung des härtens eingehend erläutert worden ist. Der Überzug ist indessen wenig rostfest.

Hieran schließt sich das Verfahren von Barff & Bower*), bei welchem die guß- oder schmiedeeisernen Gegenstände in einem Ofen den glühenden Abgasen eines Generatorofens ausgesetzt werden, bis sie eine Temperatur von 800—900° angenommen haben, was der Rotglühhitze entspricht. Nunmehr wird der Flamme mehr Luft gegeben und dadurch die Oxydationsperiode eingeleitet, wodurch sich das Eisen mit einer Schicht von Eisenoxyd bedeckt, was 15—20 Minuten fortgesetzt wird. Diese Schicht wird in der nun folgenden Periode, während welcher die Flammgase durch entsprechende Minderung der Luftzufuhr reduzierend gehalten werden, in den folgenden 20—30 Minuten zu Eisenoxyduloxyd reduziert, während welcher Periode auch die Temperatur sinkt. Dann wird der Zutritt der Gase abgeschlossen und die Kammer erst geöffnet, wenn die Temperatur auf etwa 200° zurückgegangen ist. Die so entstandene Oxydschicht kann, nach Bedarf, durch Wiederholung der Oxydation und Reduktion verstärkt werden.

Die Haltbarkeit dieses Bezuges wird stellenweise recht gelobt. Das Verfahren hat in Deutschland keinen Boden gewinnen können, während es in Amerika in großem Maßstabe angewendet worden ist.

Ein anderes Verfahren, de Meritens**), bewerkstelligt die Oxydation auf elektrischem Wege, indem das zu schützende stählerne Objekt — mit Schmiedeeisen und Gußeisen gelingt es nicht — in einem Wasserbade von 70—80° einem nicht zu starken galvanischen Strom unterworfen wird, der das Wasser zersetzt und den Sauerstoff zum Stahl gelangen läßt.

Endlich gehört hierher noch der Gesnersche Rostschutzprozeß***). Bei diesem werden die Gegenstände in eine Retorte gebracht, welche auf 550—650° erhitzt worden ist. Nach etwa 20 Minuten läßt man 35 Minuten lang Dampf einströmen, welcher sich an dem rotwarmen Eisen zersetzt und die gewünschte Oxydschicht bildet. Zum Schluß wird eine kleine Portion Naphtha in die Retorte gegeben, worauf abermals Dampf, 10 Minuten lang, eingelassen wird. Das Naphtha wirkt kohlend, so daß eine kombinierte, oxydierende und kohlende Wirkung erzielt wird.

Auch die Oberflächenhärtung liefert widerstandsfähige Bezüge. — Setzt man gut und sauber bearbeitete Stahl- oder Eisenwaren, in Kohlenpulver verpackt, längere Zeit — es genügt eine halbe Stunde — der Rotglut aus, so findet ein kohlen der Oberfläche, ein zementieren statt, und die Gegenstände erhalten ein gleichmäßig graues, nicht unschönes Aussehen. Nimmt man statt Kohlenpulver Sägemehl, so wandelt sich auch dies in Kohle um und wirkt, unterstützt durch die sich bildenden Gase, zementierend. Die Oberfläche erscheint mehr oder weniger fein gekörnt, abhängig von der Feinheit der Sägespäne. Indessen werden diese beiden Verfahren, wenig gekannt, selten verwendet. Dagegen ist das abbrennen mit gelbem Blutlaugensalz recht beliebt, welches den Gegenständen ein blumiges, schelberiges Aussehen und — wie auch die beiden eben genannten Verfahren — eine gute Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einflüsse erteilt. Werkzeuge aller Art, bei denen auf gutes Aussehen und Haltbarkeit Wert gelegt wird, werden häufig in dieser Weise behandelt.

---

*) „Stahl und Eisen", 1884 S. 98.
**) „Stahl und Eisen", 1886 S. 628.
***) „Stahl und Eisen", 1891 S. 953.



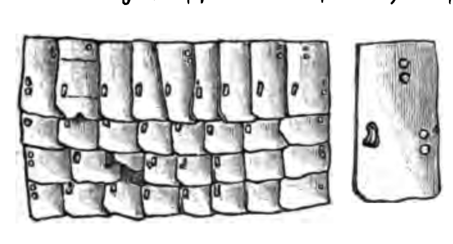
341. Blechschlägerei zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts. Nach Biringuccio.

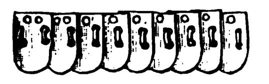
Spezieller Teil.

Die wichtigsten Zweige der Stahlwaren- und Kleineisenindustrie.

Die Herstellung der Blechgebilde.

Das Blech war zuerst Treibarbeit, wurde nur aus weicheren Metallen, Silber, Gold, Kupfer und Zinn, gefertigt und in den alten Zeiten vielfach zum Schutz, als Panzer, Schild, statt des Leders verwendet. Die größere Widerstandsfähigkeit des Eisens führte dann zur Herstellung von mit Plättchen belegten ledernen Wamsen, aus denen sich der Schuppenpanzer (Abb. 342) herausbildete. Diese Fertigkeit vervollkommnete sich zum treiben, was schon im Altertum zu einer hoch beachtenswerten Kunst geführt hat. Wir denken an die kunstvollen Schilde und Harnische, welche allerdings zuerst aus Erz gefertigt wurden. Eiserne Helme sind erst von Camillus eingeführt worden, wie denn wohl die Römer die ersten waren, welche die Kunst, Eisen für derartige Zwecke zu treiben, übten. Abb. 343 stellt einen römischen Helm dar, gefunden zu Niederbiber, jetzt in der Sammlung Neuwied. Ein staunenswertes Stück dieser Art zeigt Abb. 345, einen bei Stuttgart gefundenen Helm, welcher, um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, mit Locken verziert ist, wie man sie auch vielfach aus diesem Grunde einfach rippte.





342. Römischer Schuppenpanzer.

Das eigentliche Blech indessen datiert wohl erst seit Einführung der Wasserhämmer, da das treiben größerer Flächen wegen der schnellen Abkühlung sehr schnell und mit großer Kraft vor sich gehen muß, und wird nicht viel vor dem Jahre 1500 liegen. Einen weiteren großen Vorschub leistete das verzinnen, welches in Deutschland erst im 16. Jahrh. größere Verwendung erlangte, obwohl diese Operation nach den Berichten von Theophrast bereits von den Athenern geübt wurde.

Einen interessanten Beleg hierfür bildet das Privilegium, welches im Jahre 1551 Kaiser Ferdinand dem steirischen Landeshauptmann Freiherrn Hanns von Ungnad erteilte, nach welchem er zu Waltenstein eines oder mehrere Hammerwerke einzurichten, in denselben schwarzes Blech zu schlagen, verzinnen zu lassen und damit ungehindert Handel durch 20 Jahre zu treiben berechtigt wurde.

Den größten Fortschritt aber machte die Blechfabrikation nach der Einführung des walzens.

Die Herstellung des Feinbleches ist unter dem Kapitel „Walzen“ eingehend erörtert worden. Indessen hat es die heutige Blechverarbeitung nur in verhältnismäßig wenigen

Fällen mit dem auf diese Weise erzeugten Schwarzblech zu thun, als namentlich mit dem bereits erwähnten Weißblech, welches durch verzinnen des Schwarzbleches hergestellt wird. Dieser Vorgang fand in dem Abschnitt: „Verschönerung der Oberfläche“ eingehende Beachtung.

Die Werkstatt, in welcher Feinblech — im Gegensatz zu dem starken Eisenblech der Kesselschmiede und des Kran- und Brückenbaues — verarbeitet wird, ist ursprünglich die Klempnerei. Doch hat sich hier die Verarbeitung des Schwarzbleches herausgezogen und in oft recht große Spezialfabriken begeben, wie namentlich zu Kochherden, Ofenrohren und -Knieen und Geschirren aller Art, welche letztere die frühere Topfgießerei längst verdrängt haben. Aber alle diese Arbeiten gehören eigentlich in das Gebiet der Klempnerei, welche auch über alle die hier gebräuchlichen Maschinen verfügt. Solche haben auch hier, wie überall, sich neben die ursprünglichen einfachen Geräte, Schere, Hammer und Lötkolben, gestellt, und so spielte sich der uns schon mehrfach begegnete Vorgang ab: Unterstützung des Handwerkzeugs, ganz wesentliche Vervollkommnung der Leistungen und Verdrängung der Handfertigkeit. Was früher die volle Geschicklichkeit des Meisters erforderte, fertigt heute die Arbeiterin an der Maschine in weit höherer Vollendung.



343 bis 345. Römische Helme.
343 gefunden zu Niederbiber, 344 gefunden zu Osterburken, 345 gefunden bei Stuttgart.

Das erste Werkzeug für Blechbearbeitung*) ist die Schere. Dieselbe (Abb. 346 u. 347) zeigt sehr verschiedene Formen, je nach dem Orte der Verwendung. Hier spielen Mode und Gewohnheit ihre bekannte Rolle. — Alle diese Scheren haben die Eigenheit, den Winkel mit dem öffnen zu vergrößern; die Spitze der Schere schneidet unter einem kleineren Winkel, als nach dem Gelenk zu, also da, wo sie mit großer Kraft arbeiten soll. Wenn aber dieser Winkel über ein gewisses Maß hinausgeht, dann hat das Material Neigung, zurückzugleiten. Man hat sich daher bemüht, Scheren zu bauen, welche einen konstanten Winkel besitzen. Abb. 348 zeigt eine solche Schere, bei welcher dieser Zweck durch eine sinnreiche Vorrichtung erreicht worden ist.

346. Ellenbogen- und Lochschere.

Bei dieser eigenartigen Kombination hat das eine Blatt a keinen Griff, sondern lehnt sich an den Schenkel b, durch ein Stiftchen mit Kopf in einem Schlitz geführt, an. Dieser Schenkel b dreht sich um einen Zapfen, der sich an dem Endpunkt des Schenkels c befindet, welcher die Gegenschneide trägt. Der Erfolg dieser Zusammenstellung ist ein nahezu ganz konstanter Schneidewinkel, welcher bis zuletzt einen festen Schnitt gibt.

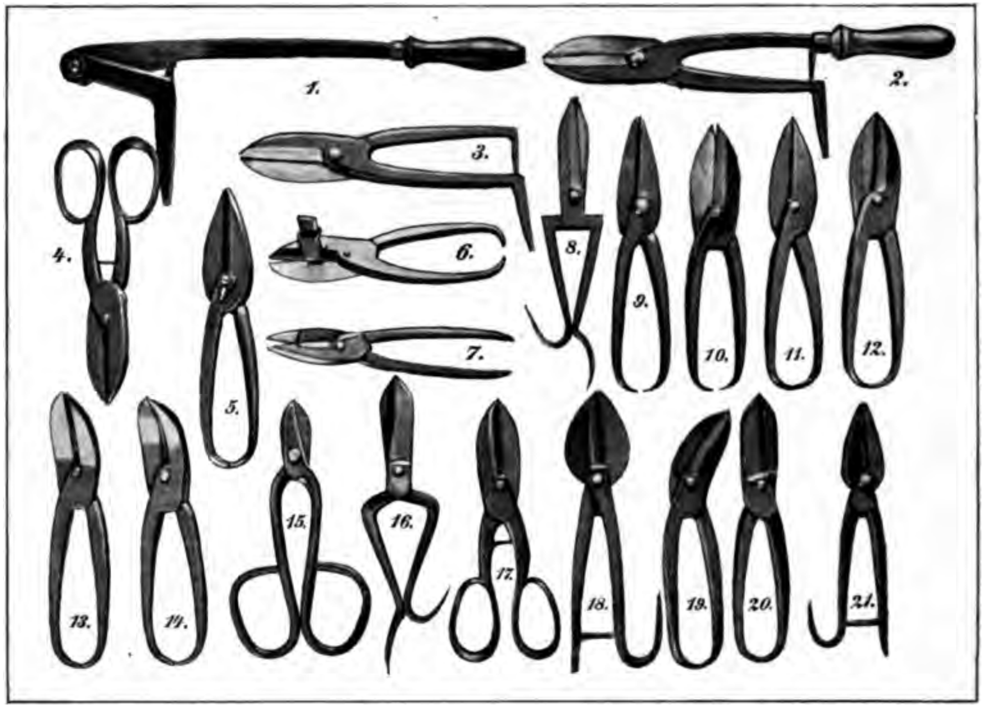
Die Biegung der Nummer 19 in Abb. 347 hat den Zweck, beim schneiden von Tafelblech besser frei zu kommen, als es die Form der gewöhnlichen Scheren, hinter der Schneide, erlaubt. Neuerdings ist man noch weiter gegangen und hat der Schere (Abb. 346) einen richtigen Knick gegeben, so daß der abgetrennte Blechstreifen ganz frei durchgehen kann, auch ohne daß die Hand gehindert wird. Auch die Hübnerschere (Abb. 348) hat diese angenehme Eigenschaft.

Um Löcher im Blech ausschneiden zu können, formt man die Unterschneide spitz und nimmt das Material (Abb. 346B) unten fort, so daß man mit derselben in ein in die Blechtafel getriebenes Loch leicht einfahren und dasselbe rund ausschneiden kann. Diese

*) Siehe auch die am Schlusse dieses Abschnittes befindliche Abhandlung: „Die Klempnerei“.

Scheren haben in der Regel eine ähnliche Form, aber einen wesentlich kleineren Kopf, und sind zuweilen mit einem spitzen Dorn versehen, welcher in das Blech eingetrieben wird, um das erforderliche Loch zu bilden.

Um eine größere Kraft ausüben zu können, als die gewöhnlichen Hebelverhältnisse der Scheren gestatten, hat man solche, wie es schon seit längerer Zeit bei den Kneifzangen (Vorschneider) geschehen, mit Doppelhebel angeordnet. Eine derartige Ausführung ist in der Abb. 349 dargestellt. Die beiden Griffschenkel enden bereits in dem ersten Drehpunkt a, tragen aber noch in b und c Drehpunkte für die eigentlichen Schneidbacken e und f, die sich um den Punkt g drehen. Der Vorteil der wesentlich größeren auszuübenden Kraft wird natürlich erkauft durch einen entsprechenden Weg der Handgriffe; die Schenkel machen eine weit größere Bewegung, als bei den Scheren gewöhnlicher Bauart.



347. **Blechscheren.** (Zu S. 167.)

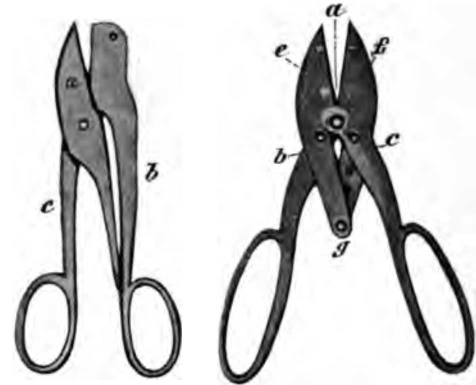
1 Stockschere, 2 Stockschere, links, 3 Stockschere, franz., 4 Augenschere, 5 Berliner Schere (Kircheis), 6 Blechschere mit Anschlag, 7 Heckenbinderschere (Champagne), 8 Brasilianische Schere, 9 Berliner Schere, abgestumpft, 10 Lyoner Schere, 11 Berliner Schere, schlank, 12 Lyoner Schere, russ. Façon, 13 Winkelschere, eckig, 14 Winkelschere, rund, 15 Glasschere, 16 Blechschere, türkisch, 17 Augenschere, 18 Spanische Form, 19 Winkelschere, hochkant, geb. 20 Englische Form, 21 Spanische Form.

Für größere Anforderungen und namentlich für lange Schnitte verwendet man die Tafelschere (Abb. 350). Diese besitzt einen gehobelten gußeisernen Tisch zum bequemen auflegen größerer Platten und einen in Schlitzen verstellbaren Anschlag, der winkelrecht zur Richtung des Schnittes steht, so daß nicht erst vorgerissen zu werden braucht.

Der geraden Tafelschere stellt sich die Kreisschere an die Seite, welche zum ausschneiden von runden Böden und, wie diese, ein unentbehrliches Werkzeug der Klempnerei bildet. — Auf einem horizontalen Prisma (Abb. 351) läßt sich, mit Zahnstange zu treiben, ein Bock b hin und her verschieben, der bestimmt ist, das zu diesem Zweck mit einem Körner versehene Blechstück in der richtigen Entfernung von den Messern festzuhalten. Diese Messer sind kreisförmig und stehen, wie aus der Abb. 351 zu ersehen ist, schräg gegeneinander, um das ungehinderte abfallen, entweichen des Abfalles zu bewirken. Die Achse des Untermessers ist fest gelagert; das Obermesser läßt sich etwas nach oben stellen, damit das Blech eingeschoben werden kann, und wird mit Hilfe der Schraube e

niedergestellt, so daß etwa eine Deckung von 1 mm stattfindet. Durch drehen der oberen Messerwelle mit Hilfe der Kurbel g wird der Schnitt bewirkt, wobei sich das Blech selbstthätig dem Messerpaar entgegen bewegt.

Diese Werkzeugmaschinen treten in sehr viel verschiedenen Formen auf, nicht nur den verschiedenen Zwecken gemäß, sondern auch, wie bei der Handschere angedeutet, nach Ansicht, Sitte und Gewohnheit. Es würde für die hier vorliegenden Ziele zu weit führen, auf die Verschiedenheiten einzugehen; es muß hier wie weiterhin genügen, nur die Grundformen der wichtigsten Werkzeugmaschinen anzuführen.



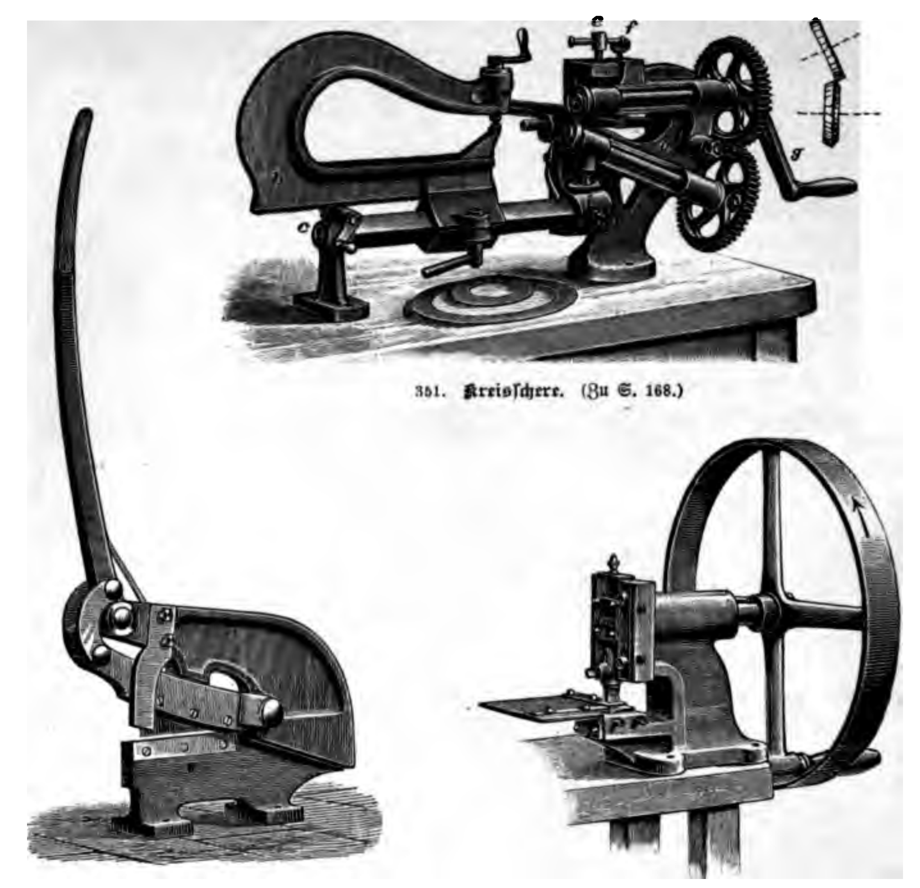
348. Hühnerschere. (Zu S. 167.) 349. Hebelschere.

Wennschon in der Klempnerei vorzugsweise Blech verarbeitet wird, so bringen die verschiedenen Zuthaten, wie Draht, starkes Eisenblech, Flach- und Rundeisen, doch häufig die Notwendigkeit heran, auch diese Materialien schnell und sauber bearbeiten zu können. Deswegen sind die Werkstätten dieser Art mindestens noch mit einer kräftigen Schere für solche Zwecke (Abb. 350) ausgerüstet, die auch häufig als Lochschere gebaut, d. h. noch mit einer Vorrichtung zum lochen versehen ist. Größere Werkstätten haben noch stärkere Scheren, wie Kurbel- und Excenterscheren. Abb. 353 zeigt eine kleine Lochstanze für Hand- und Motorbetrieb.

Zum scharfkantigen biegen gerader Bleche dient die Abkantemaschine (Abb. 354). Dieselbe besteht, wie aus den Schnitten Abb. 355—59 noch deutlicher zu erkennen ist, aus der festen Unterwange C, der darüber mit einem für das zu kantende Blech bestimmten Zwischenraum fest angebrachten Oberwange B und der genau um die Linie der stählernen Kante derselben drehbaren Biegwange D. Wird diese, wie in der Abb. 357 angegeben, um mehr als einen rechten Winkel nach oben gedreht, so muß sich das zwischen Unter- und Oberwange befindliche Blech, soweit es vorsteht, aufbiegen, und zwar in vorliegendem Fall zu einem spitzen Winkel, der natürlich je nach dem Maße des aufdrehens der Biegewange größer oder kleiner angebogen werden kann. Die Schärfe des Winkels wird durch die Schärfe der auswechselbaren Stahlkante bestimmt. Diese kann also auch für Hohlumschläge, Dreikante, Hohlkehlen, Drahteinlagen u. s. w. gewählt oder ausgewechselt werden. Auch zum biegen von viereckigen Röhren (Kastenbiegen) läßt sich die Maschine vorrichten. Für solche Zwecke sind auch Spezialmaschinen gebaut worden. Abb. 360 u. 361 zeigen eine solche im Schnitt und in den beiden Grenzlagen. In der ersteren sehen wir den Hebel a in der niederen Stellung und das eingeschobene Blech noch gerade. Durch aufheben des Hebels wird das letztere gezwungen, der Bewegung zu folgen und sich scharf zu knicken. Man legt dann den Hebel zurück, schiebt das Blech bis zu einem der Anschläge s oder t, die verschiebbar bezw. feststellbar angeordnet sind, heran und bringt durch abermaliges aufheben des Hebels die zweite Kante hervor, ebenso dann die dritte.



350. Tafelschere.



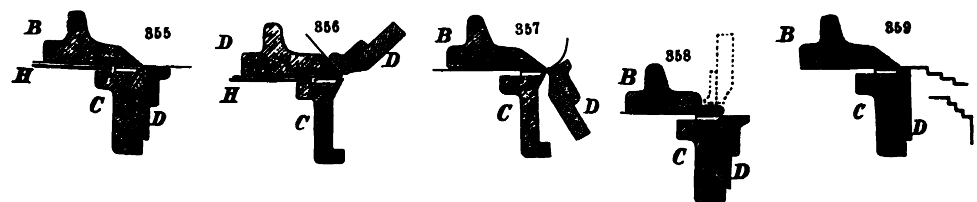
851. Kreisschere. (Zu S. 168.)

852. Hebelschere. (Zu S. 169.)

853. Lochstanze. (Zu S. 169.)

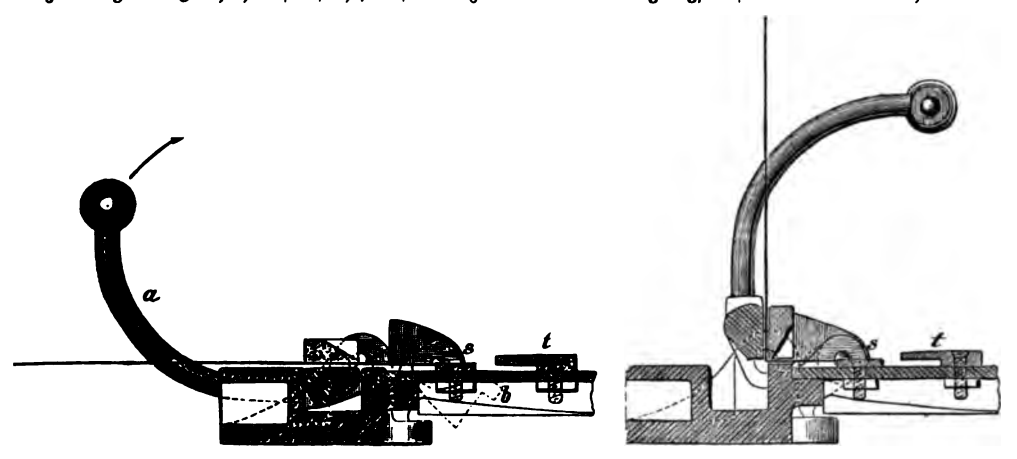


854. Abkantemaschine. (Zu S. 169.)

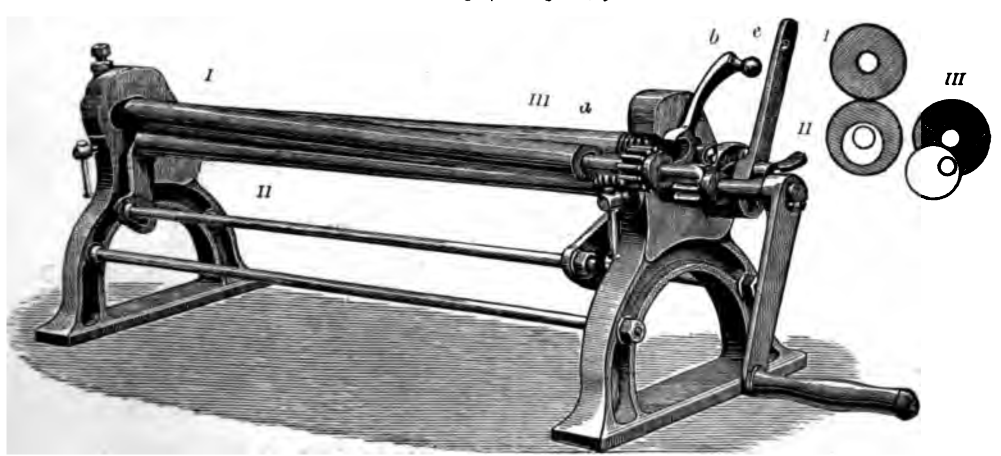


855 bis 859. Das Abkanten. (Zu S. 169.)

Zum biegen eines Cylinders verwendete man früher ein rundes Holz, über welchem man das Blech möglichst aus freier Hand bog; denn das klopfen mit dem Holzhammer gibt leicht Beulen, die nur schwer zu entfernen sind. Solch Rohr erforderte eine große Geschicklichkeit, wenn es schön glatt ausfallen sollte. Heute benutzt man dazu die Rundmaschine*) (Abb. 362). Dieselbe besteht aus 3 Walzen, welche in zwei Gestellen parallel gelagert sind. Von diesen liegen zwei nahezu senkrecht übereinander und dienen dazu, das zwischen sie gesteckte und einigermaßen gepreßte Blech voranzuschieben. Die dritte Walze hat den Zweck, das Blech von dem geraden Wege abzulenken und nach oben zu biegen. Je höher sie steht, desto kürzer wird die Biegung, desto kleiner der Cylinder.



360 u. 361. Kastenbiegemaschine.



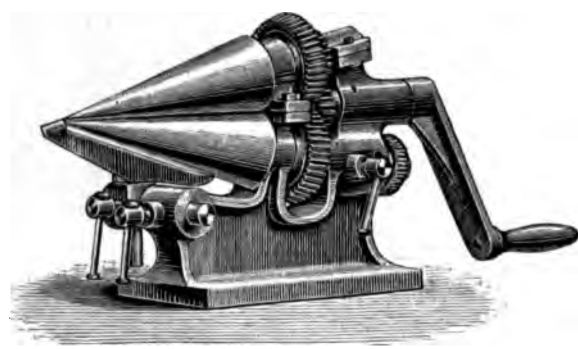
362. Rundmaschine.

Diese drei Walzen müssen nun je ihre besondere Lagerung haben, um gebrauchsfähig zu werden.

Um die obere, I, wickelt sich der Cylinder auf. Sie muß also aus ihrem Lager, (Abb. 362) herausgenommen werden, damit der Cylinder abgestreift werden kann. Das hintere Ende liegt aus diesem Grunde in einem Kugellager, und die Lagerung des vorderen Endes ist offen, so daß die Walze in die gezeichnete Lage gebracht werden kann. Ein Haken, b, dient zum verschließen während des rollens. Die untere Walze, II, muß gegen die obere spielen können, um sich verschiedenen Blechstärken anpassen, sowie um fest gegen die Oberwalze gepreßt werden zu können, damit das Blech kräftig genug voran-

*) Diese Abbildungen 349—386, 390 u. 391 sind dem Katalog von Erdmann Kircheis in Aue entnommen.

getrieben werden kann. Aus diesem Grunde ruhen die Zapfen, wie aus der Abb. 362 ersichtlich, in excentrischen Lagern und werden durch den Quergriff a gleichzeitig bethätigt. Die dritte Walze endlich muß ziemlich ausgiebig gehoben und gesenkt werden können, damit man von einer leichten Biegung in eine scharfe, der höchsten Stellung entsprechende übergehen kann. Aus diesem Grunde ruhen die beiden Zapfen dieser Walzen auf stark excentrischen Scheiben, welche durch den Hebel e gemeinsam oder gleichzeitig gedreht werden und dabei die Walzen heben und senken.

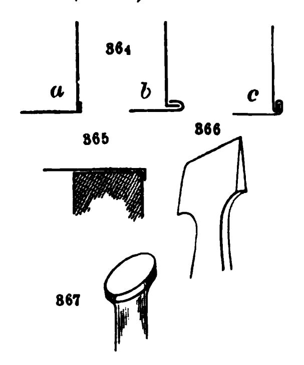


363. Rundmaschine für Trichter.

Dies ist die einfache Rundmaschine, die Grundlage für eine Reihe von Konstruktionen, welche den verschiedenen Sonderzwecken angepaßt worden sind.

Zum runden von Trichtern dient eine ganz ähnliche Maschine, welche in der Abb. 363 dargestellt ist. Die cylindrischen Walzen sind hier durch kegelförmige ersetzt. Die Handhabung ist im übrigen dieselbe. Man kann Kegelmäntel auch auf cylindrischen Walzen bilden, muß dann aber die dem größeren Umfang entsprechende Seite schneller durchziehen. Auch bei den Kegelwalzen ist dies erforderlich, wenn die Form derselben, was ja meistens der Fall ist, nicht genau zu dem beabsichtigten Konus paßt.

Die Verbindung der Blechkanten geschieht entweder durch löten (Abb. 364a), oder durch falzen (Abb. 364b und c), dem oft noch der Dichtigkeit wegen das löten folgt. Im einfachsten Fall muß daher eine Fuge zwischen zwei aufeinander liegenden Blechstücken geschaffen werden, welche dem von Lot erfüllt wird, d. h. eins der winkelrecht aneinanderstoßenden

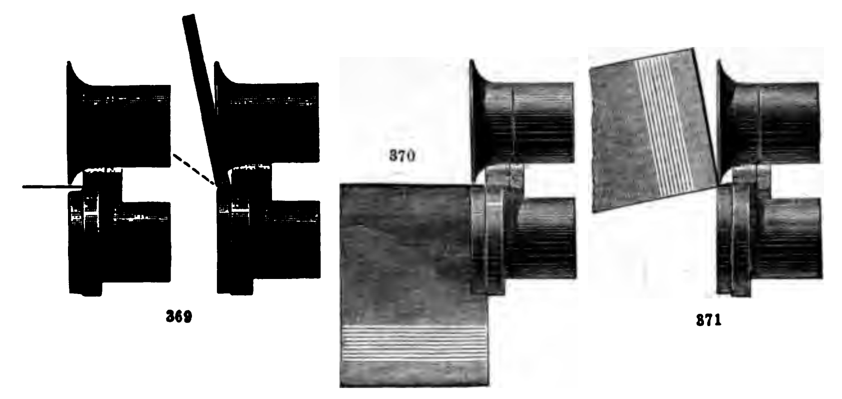


364. Eckverbindung, löten und falzen. 365—367. Bördeln und kanten für die Eckverbindung.

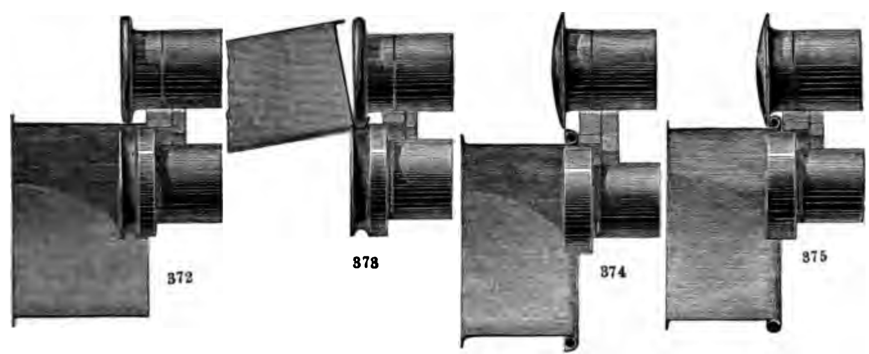


368. Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschine.

Bleche muß kurz umgebogen werden. Diese Operation nennt man bördeln. Der Klempner legt das Blech auf die Bahn eines scharfeckigen Amboßes (Abb. 365) und hämmert mit dem Holzhammer den Rand herunter. Hat er es mit einem runden Boden zu thun, so benutzt er einen dazu geeigneten runden Amboß (Stickel, Abb. 367). Das erste, die gerade Kante, kann er auch auf der Abkantemaschine herstellen; zu runden Böden braucht er in den besser eingerichteten Werkstätten, ja wenn er überhaupt glatte Arbeit liefern will, die Sicken- und Bördelmaschine. Dieselbe (Abb. 368) besitzt zwei übereinander befindliche, auf lange Wellen gesetzte Stahlscheiben, von denen die obere etwas vertikal verstellbar ist und unmittelbar mit Hilfe einer Kurbel, die untere von dieser aus durch Räderübersetzung angetrieben wird. Die Form dieser Scheiben ist aus den Abb. 369—71 zu erkennen. Der flache Boden wird (Abb. 369) unter die etwas angehobene obere Scheibe gesteckt und mit derselben ziemlich kräftig auf die untere Scheibe gepreßt. Dann

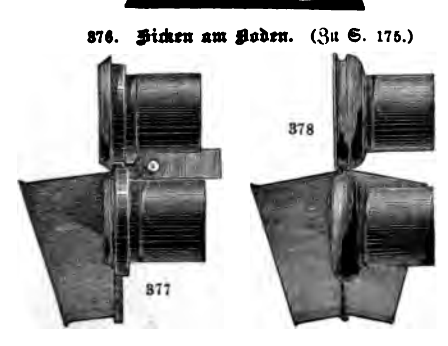


369 bis 371. **Bördelscheiben.** (Zu S. 174.)



372 bis 375. **Einlegen von Draht.** (Zu S. 175.)

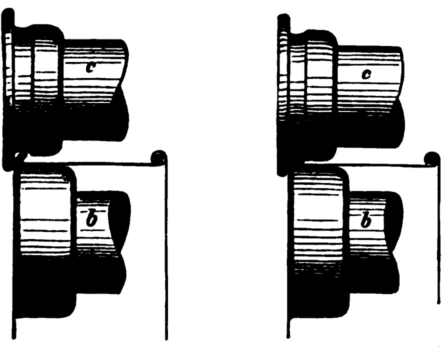
376. **Sicken am Boden.** (Zu S. 175.)



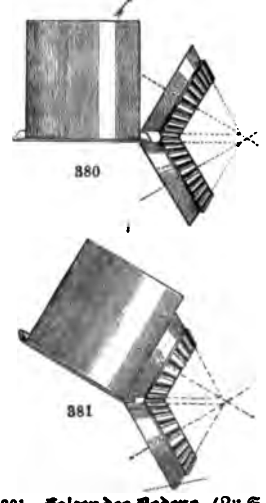
377 u. 378. **Sicken eines Ofenknies.** (Zu S. 175.)



379. **Bildung eines Gesimses.**

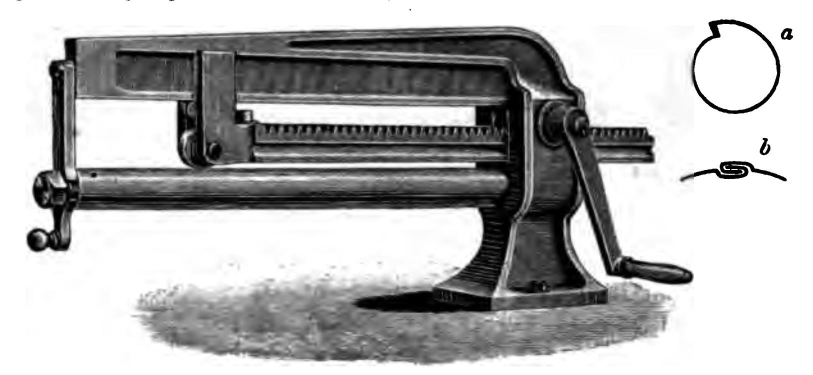


382 u. 383. **Doppelfalz.** (Zu S. 175.)

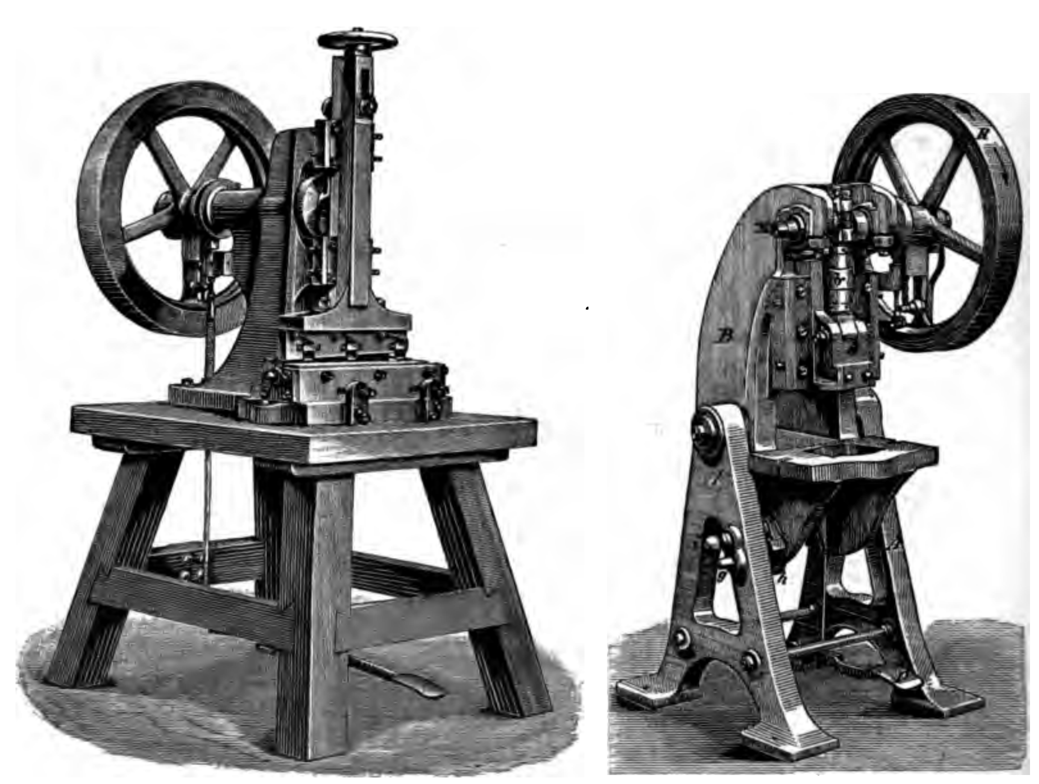


380 u. 381. **Falzen des Bodens.** (Zu S. 175.)

wird der Apparat durch drehen der Kurbel in Thätigkeit gesetzt, wobei die beiden Stahlscheiben wie Walzen wirken und die Scheibe mitnehmen, die von dem Klempner immer so gehalten werden muß, daß der Mittelpunkt derselben stets in der Richtung der Wellenachsen liegt. Gleichzeitig drückt er das Blech etwas in die Höhe, so daß eine Biegung



384. Rohrfalzzudrückmaschine. a u. b. Vorarbeit zum Rohrfalz.

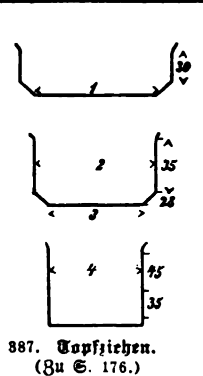


385. Bockschere. (Zu S. 176.) 386. Kurbelpresse. (Zu S. 176.)

entsteht, wie in der Abb. 369 punktiert bezeichnet ist. Nach jedesmaliger Umdrehung wird die Scheibe etwas mehr angehoben, bis endlich der rechte Winkel erreicht und die Bördelung vollzogen ist.

In genau der gleichen Weise verfährt man, wenn man eine Bördelung am Ende eines Cylinders herstellen will. Man hebt wieder die obere Scheibe auf, steckt den Cylinder dazwischen (Abb. 370), preßt die Oberwalze wieder herunter und rollt vorsichtig auf, langsam und stetig anhebend, bis der rechte Winkel wieder (Abb. 371) erreicht ist.

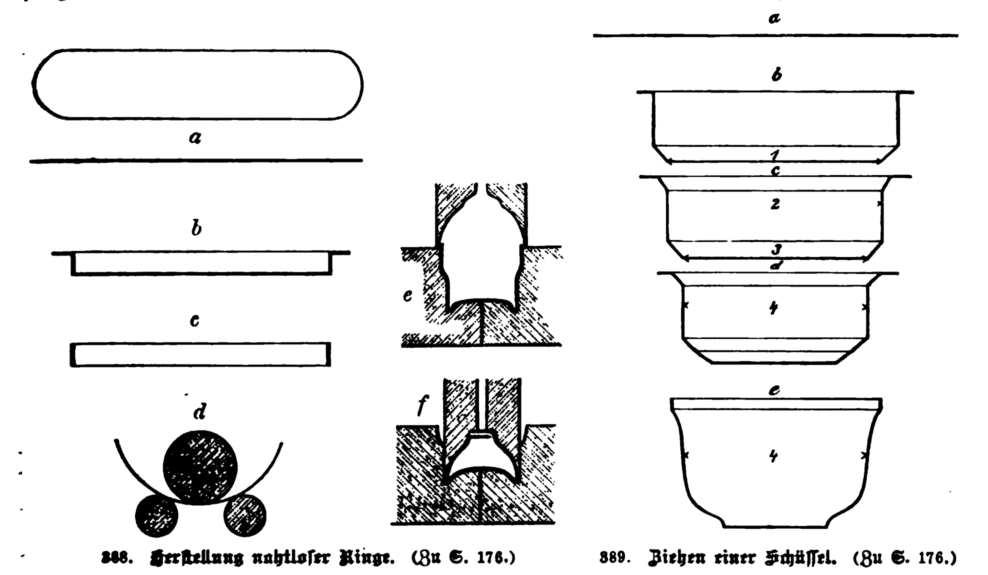
Aus der Bördelmaschine wird die Sickenmaschine, wenn man die Scheiben durch andere ersetzt, welche Wulste zu drücken, zu sicken imstande sind. Solche Wulste werden zum verstärken, als Anschlag für den Deckel bei Büchsen, auch nur zu Verzierungen, sowie endlich zum einlegen von Draht gebraucht und sehr ähnlich dem bördeln gebildet. Die Abb. 372—75 zeigen den sehr einfachen Vorgang. Zuerst wird (Abb. 372 u. 373) die Rundung eingepreßt und dann der Draht eingelegt, der auf den dazu mit Rillen versehenen Walzen der Rundmaschine (Abb. 362) gebogen worden ist. Hierauf wird der Wulst mit Hilfe derselben Scheiben (Abb. 374 u. 375) geschlossen. Solche Wulste können auch (Abb. 376) in ebene Böden eingerollt werden, wo sie wesentlich zur Verstärkung beitragen.



387. Topfziehen. (Zu S. 176.)

Die Abb. 377 u. 378 zeigen die Verwendung unserer kleinen Maschine zum verfalzen der Teile eines Ofenknies, eine Rohrarbeit, welche heute im Siegenschen durch überaus sinnreiche Maschinen aus dem vorgebogenen Rohr, in einem Stück, durch ein pressen der Falten, geliefert wird. Abb. 379 stellt Scheiben der Sicken- und Bördelmaschine zum bilden von Gesimsen dar.

Unter „falzen" versteht man das verbinden zweier Blechkanten durch umbiegen. Wir haben diese Verbindung bereits in der Abb. 364b und c kennen gelernt. Abb. 380 u. 381 zeigen, wie auch dies auf der Maschine hergestellt werden kann, und Abb. 382 u. 383, wie aus diesem einfachen Falz ein doppelter gefertigt wird. Auch die Verbindung der Längskanten eines Cylinders wird sehr zweckmäßig durch falzen hergestellt. Man kantet die Bleche vor dem rollen beiderseitig — die eine nach innen, die andere



388. Herstellung nahtloser Ringe. (Zu S. 176.) 389. Ziehen einer Schüssel. (Zu S. 176.)

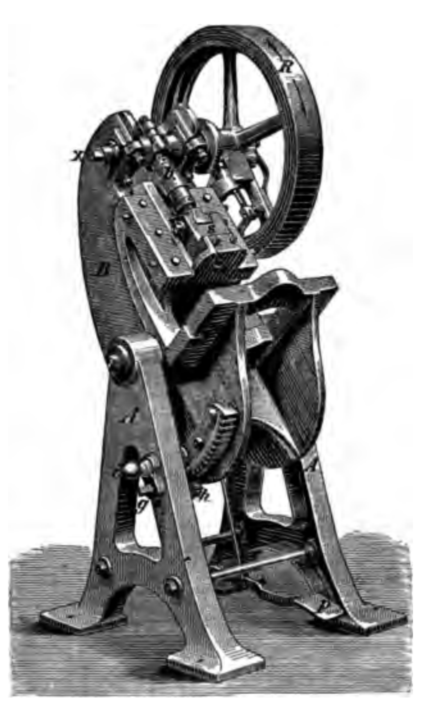
nach außen — ab, und zwar so scharf wie möglich, hakt sie (Abb. 384a) nach dem rollen ineinander und drückt (Abb. 384b) das Ganze zusammen. Auch hierzu hat man Maschinen. Abb. 384 zeigt die nun wohl ohne weitere Beschreibung verständliche Einrichtung einer Rohrfalzzudrückmaschine für solche Zwecke. In ähnlicher Weise werden durch Maschinen, welche nach Art der Sicken- und Bördelmaschinen gebaut sind, Konservenbüchsen geschlossen, vielfach auch solche, bei denen man die Lötung vermeiden will.

Es ist nun noch eine ganze Gruppe von Maschinen zu erwähnen, welche sich die Klempnerei hat aneignen müssen, um den heutigen Anforderungen der Massenfabrikation auch mit Bezug auf die Form der herzustellenden Gefäße gerecht zu werden und gleichzeitig ein Verfahren einzuführen, welches die Klempnerei mit der allgemeinen Blech-

verarbeitung verbindet; es sind dies die Pressen mit ihrer neueren Ausbildung zu Ziehpressen.

Zunächst leitete sich die Presse für die Klempnerei wohl von der Schere ab. Der oben erwähnte Umstand, daß der Scherenwinkel sich während der Arbeit derselben ändert und zu Anfang ungünstiger ist, hat auch für größere Arbeiten sehr bald zur Parallelschere geführt, die sich schneller als die kleine Schwester eingebürgert hat. Es führte dies zur Bockschere und namentlich, für Formschnitte, zur Stanze. Abb. 385 zeigt eine solche für einseitige und Abb. 386 für Formschnitte; beide Konstruktionen sind gleichwertig mit denen der Presse, womit wir das neue Gebiet des ziehens betreten. An dieselben lehnt sich das Gebiet der gelochten Bleche, welches wir nachher kennen lernen werden.

Unter ziehen oder topfen versteht man die Bildung vertiefter Gefäße aus dem ebenen Blech durch Pressung, die in den allermeisten Fällen stufenweise vor sich geht. Der Vorgang setzt weiches, zähes Metall voraus und wurde früher nur für Kupfer, Messing, auch wohl Zinn und Blei verwendet. Für das Eisen gewann er erst Bedeutung, seitdem es gelang, dasselbe in der heutigen ungemein zähen und weichen Qualität herzustellen. Das ziehen verlangt von dem zu verarbeitenden Material eine außerordentliche Dehnbarkeit, verbunden gleichzeitig mit großer Stauchbarkeit. Abb. 387 stellt den Vorgang dar, welcher sich beim bilden eines tiefen Gefäßes vollzieht und z. B. bei der Herstellung von Patronenhülsen sowie zur Fabrikation nahtloser Röhren Verwendung findet. Man erkennt aus diesem einem ausgeführten Vorgang entnommenen Beispiel, daß nur der eben gebliebene mittlere Teil der Platte unverändert geblieben ist, während die darauf folgenden Stellen zunächst, wie die eingetragenen Zahlen zeigen, von 25 auf 45 mm gestreckt und dabei seitlich gestaucht werden müssen; das Material muß wandern.



390. Ziehpresse.

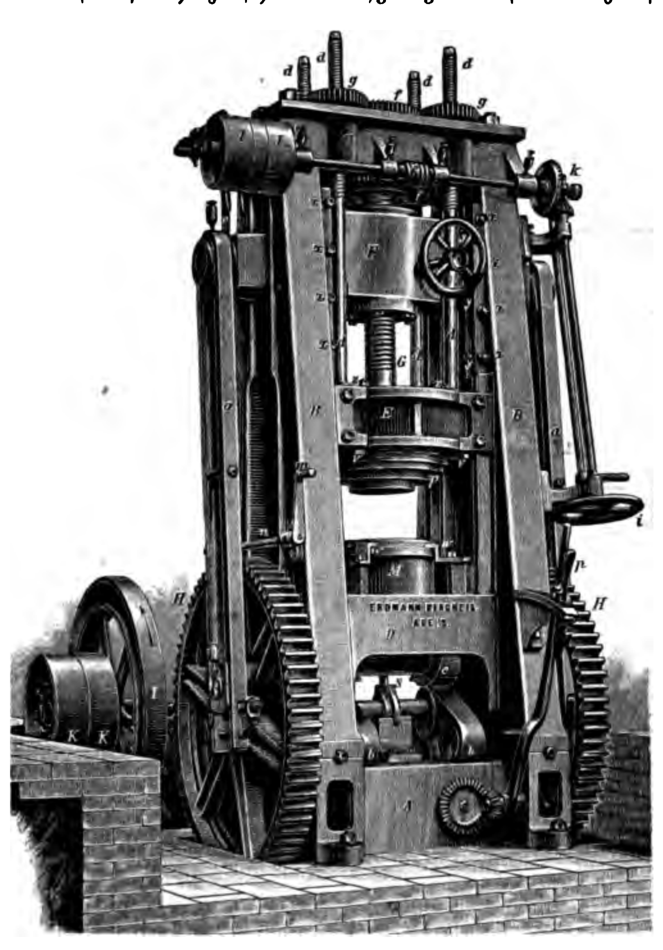
Wie zur Herstellung von nahtlosen Röhren ist dieser Vorgang in jüngster Zeit auch zur Bildung von nahtlosen Ringen, wie z. B. zu Fahrradfelgen, verwendet worden. Aus einem länglichen Blechstück (Abb. 388a) wird ein schlüsselförmiger Körper (Abb. 388b) getopft, von dem indessen nur die senkrechten Ränder gebraucht werden; Boden und selbstverständlich Bördelrand sind Abfall. Der Rand wird ausgeschnitten (Abb. 388c), dann, wie auf Abb. 388d dargestellt ist, zunächst glatt gewalzt und erhält fernerhin seine eigentümliche Form durch die geteilten Formbiegewalzen Abb. 388e, denen zum schließen des Hohlringes die Walzen Abb. 388f folgen.

Abb. 389a—c gibt den Vorgang an, welcher bei der Herstellung der Schüsseln stattfindet und mit dem erstgenannten die Grundlage bildet zu der heute so großartig gewordenen Fabrikation der emaillierten Geschirre.

Die formgebenden Maschinen haben verschiedenartige Gestaltung angenommen, werden (Abb. 390) häufig schräg, wohl auch, wie in dieser Figur angegeben, verstellbar gebaut und nehmen für den genannten Fabrikationszweig häufig sehr große Dimensionen an. Abb. 391 stellt eine der schwersten Arten dar, wie sie zur Herstellung der Schüsseln und ähnlicher großer Rundgefäße dienen. Dieselben besitzen jedoch noch einige Sonderheiten.

Es ist klar, daß das stauchen eines so dünnen Körpers, wie eines Bleches, nicht so ohne weiteres vor sich gehen wird. Das Blech ist sehr geneigt, dieser Materialverschiebung

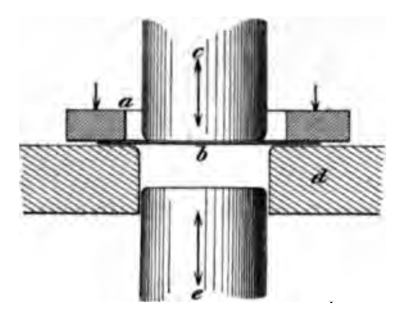
auszuweichen und Falten zu bilden. Daher genügt es in den wenigsten Fällen, dasselbe einfach mit Hilfe eines Stempels in den dazu gehörigen Ring zu drücken, sondern es ist zunächst Sorge zu tragen, daß der Rand des Bleches festgehalten werde. Hierzu dient, Abb. 392, der Setzring a, welcher, nachdem das Blech b in die richtige Lage gebracht worden, sich fest auf den Blechrand aufsetzt. Nunmehr erst geht der Stempel c, welcher möglichst nur um die doppelte Blechstärke kleiner genommen wird, als der Ring d, herunter und zieht sich das Material unter dem Setzring a heraus. Dasselbe liegt also stets, mit Ausnahme der Kantenstelle, dicht zwischen unnachgiebigen Körpern — zuerst zwischen a und c und dann zwischen d und c — und muß sich stauchen, solange es keine Falten bilden kann. — Hat der Stempel seinen Hub vollendet, so bewegt er sich, mehr oder weniger gleichzeitig mit dem Setzring a, nach oben. Ihm folgt bald der Stößel e, welcher den Topf emporhebt, der nun von dem Arbeiter oder auch durch einen besonderen Wegnehmer entfernt und dann durch eine neue Platte ersetzt wird. — Nach dieser Grundlage sind die sämtlichen Ziehpressen gebaut.



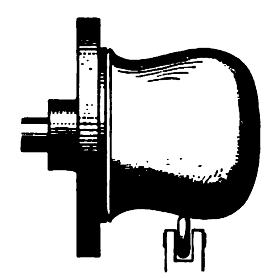
391. Schwere Ziehpresse.

Bei größeren Gefäßen sind Faltenbildungen nicht immer zu vermeiden; die Gefäße derselben werden daher nachgerollt. Es geschieht dies auf einer kräftigen Drehbank, welche mit einem entsprechenden gußeisernen Modell versehen ist, über welchem die äußeren Teile des Gefäßes mit Hilfe eines glatten Stahles oder auch einer Rolle (Abb. 393) gedrückt, geglättet werden.

Dieses „drücken“ ist wieder ein selbständiger Arbeitszweig für sich und wird häufig ganz unabhängig vom ziehen zur Herstellung von Gefäßen aus Blech verwendet. Die Grundlage ist, wie aus dem Vorgange zu erkennen, die Blechscheibe aus weichem Metall: Blei, Zinn, Britanniametall, Messing — auch Zink im erwärmten Zustande, **Kupfer** und event. sehr gutes Eisen. Das Modell, ein genau dem Inneren des herzustellenden Gefäßes entsprechendes gußeisernes oder auch aus hartem Holze gefertigtes **Vollstück**, wird auf den Spindelkopf der Drehbank (Abb. 394) geschraubt, worauf die **Blechscheibe** mit Hilfe des Reitstockes gegengepreßt wird. Wo angängig — wenn der **Boden ein Loch** erhalten darf — wird statt des Reitstockes eine in die Spindel gesetzte **Schraube** benutzt. — Der Arbeiter hat nun verschieden geformte, sehr gut geglättete



392. Grundlage der Ziehpresse. (Zu S. 177.)



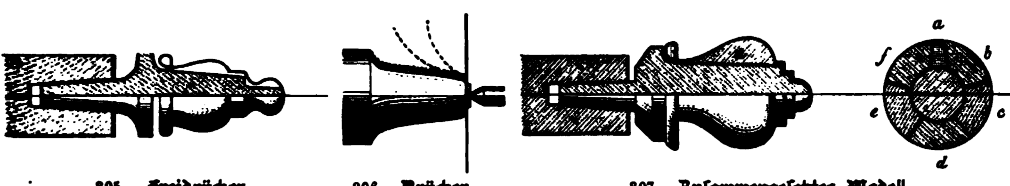
393. Rollen auf der Drehbank. (Zu S. 177.)

Stähle zur Verfügung, mit denen er (Abb. 394) mit dem Boden beginnend, das Material an das Modell heranbrückt, zuzeiten nur biegend und stauchend, zuzeiten streckend. Hier werden also die stufenweise aufeinander folgenden Vorgänge, wie wir sie beim ziehen, z. B. Abb. 389, kennen gelernt haben, auf einen zusammengedrängt. Das drücken ist daher die der Maschinenarbeit zu Grunde liegende Handarbeit, deren Reste, das rollen, wir am Schluß der Beschreibung des ziehens (Abb. 393) kennen gelernt haben. Auch die zur Rohrbildung erforderlichen tiefen Gefäße lassen sich auf diese Weise herstellen, wie in der Abb. 387 gezeigt.



394. Metalldrücken an der Drückbank.

Bei der Drückarbeit, s. a. Abb. 393, sind zwei Fälle zu unterscheiden, welche sich an die in der Formerei gefundenen Schwierigkeiten anlehnen: 1. Der Hohlkörper erweitert sich so, daß sich das Modell nach Fertigstellung desselben herausziehen läßt, und 2. er verengt sich nach der Öffnung zu, so daß ein herausziehen sich nicht ohne weiteres bewerkstelligen läßt; es folgt also einer weiteren Stelle eine engere. Im letzteren Falle kann man sich dadurch helfen, daß man das Modell unter Vernachlässigung der betreffenden Erweiterungen, also so vorbereitet, daß es herausgezogen werden kann (Abb. 395), und die betreffenden Teile „frei“ drückt. Dies geht, wie auch bei dem Wulst der Abb. 397, immer da, wo eine Faltenbildung nicht zu befürchten, also eine Unterlage nicht nötig ist. Im anderen Fall muß man das Modell aus Teilen zusammensetzen, die dann (Abb. 397) so anzuordnen sind, daß man dasselbe stückweise nach der Fertigstellung des Hohlkörpers herausnehmen kann. Man zieht

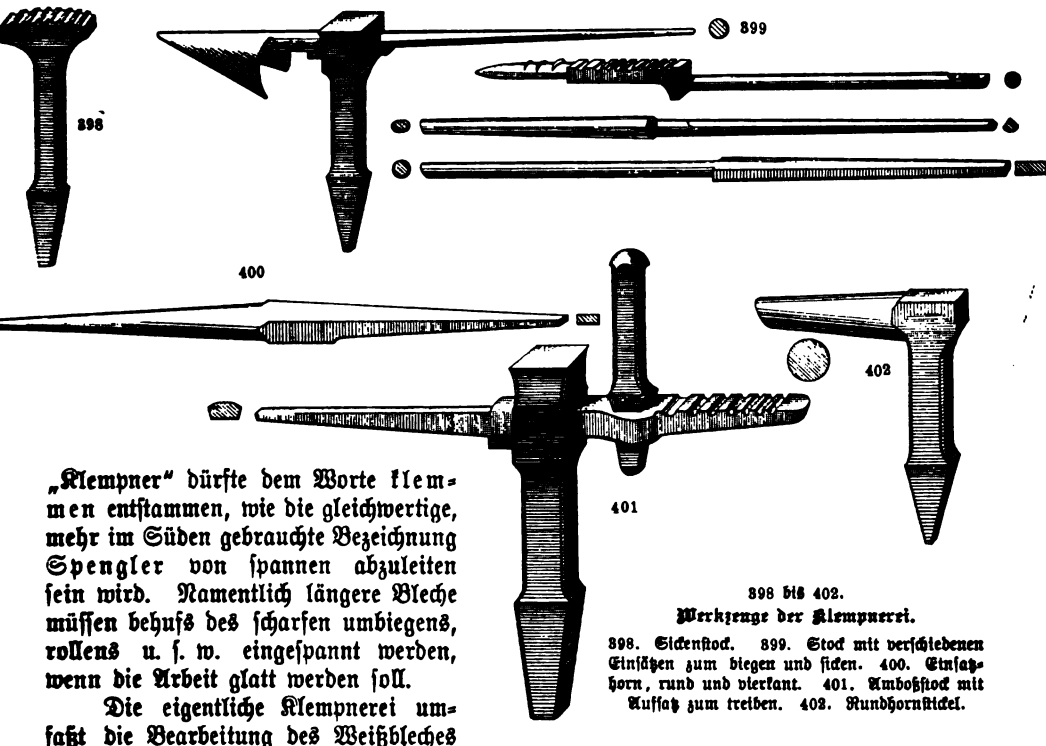


395. Freidrücker. 396. Drücker. 397. Zusammengesetztes Modell.

also, wie aus der Figur zu erkennen ist, das Druckstück zusammen mit den losen Metallteilen a, b, c, d, e, f ab und nimmt das hierfür vorbereitete Stück a nach innen heraus, worauf die anderen leicht nachfolgen.

Die Klempnerei.

Der Klempner ist der Handwerker, welcher die in der vorstehenden Darstellung beschriebenen Arbeiten handwerksmäßig liefert; handwerksmäßig d. h. in kleinen Quantitäten und eigentlich so ziemlich unter Ausschluß der Maschinen. Die Bezeichnung



398 bis 402. Werkzeuge der Klempnerei.
398. Sickenstock. 399. Stock mit verschiedenen Einsätzen zum biegen und sicken. 400. Einsatzhorn, rund und vierkant. 401. Amboßstock mit Aufsatz zum treiben. 402. Rundhornstickel.

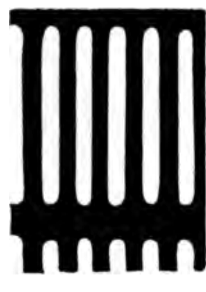
„Klempner" dürfte dem Worte klemmen entstammen, wie die gleichwertige, mehr im Süden gebrauchte Bezeichnung Spengler von spannen abzuleiten sein wird. Namentlich längere Bleche müssen behufs des scharfen umbiegens, rollens u. s. w. eingespannt werden, wenn die Arbeit glatt werden soll.

Die eigentliche Klempnerei umfaßt die Bearbeitung des Weißbleches und des Messingbleches und bedient sich heute durchweg, wenn sie einigermaßen leistungsfähig sein soll, mindestens einiger der oben beschriebenen Maschinchen: eine Rundmaschine, Sicken- und Börbelmaschine, Abkantemaschine und Tafelschere sind in jeder solchen Werkstatt zu finden, und mit diesen wenigen Hilfsmitteln, unterstützt durch die in den Abb. 398—402 dargestellten Handwerkszeuge und einige der verschiedenen Blechscheren der Abb. 345 kann schon viel erreicht werden. Die meisten Gegenstände dieser Art bestehen aus Cylindern und Böden und bedürfen, namentlich für die Böden der Deckel, meist nur noch des ausbeulens oder treibens, um die oft gewünschte gewölbte Form zu erlangen.

Das, was dem Klempner noch besonders eigen ist und zum allergrößten Teil Handarbeit bleiben wird, ist das löten.

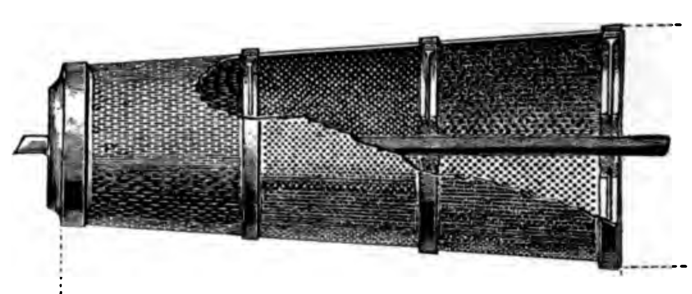
Das löten ist unter dem Abschnitt: „Verarbeitung des Eisens und Stahles im allgemeinen“ bereits eingehend geschildert worden. Es handelt sich hier in erster Linie um das weichlöten unter Verwendung also des sogenannten Lötzinnes, einer Mischung von 1—2 Teilen Zinn und 2—1 Teil Blei. Die Mischung 2 Teile Zinn, 1 Teil Blei ist am leichtflüssigsten, aber auch am teuersten.

Dem Klempner gegenüber steht der Kupferschläger (Kupferschmied). Derselbe ist noch weit mehr auf die Handarbeit angewiesen und namentlich mehr auf das treiben. Seine Fabrikate sind Rohre — s. den Abschnitt: „Die Herstellung der Rohre“ — die dazu erforderlichen Kniee, welche bereits zur Treibarbeit überführen, und dann namentlich die





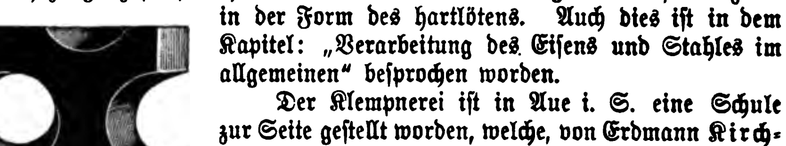
403. Gelochtes Blech.



404. Drahtsieb.

oft recht komplizierten Behälter, welche die Brauerei und Färberei gebrauchen. Die Gewandtheit, welche der Kupferschmied im treiben, also in der Herstellung unebener Figuren durch hämmern, besitzen muß, macht ihn zu einem Bindeglied zwischen Metallarbeiter und Kunstschmied, welch letzterer ganz ähnliche Aufgaben zu lösen hat. Vergl. die Herstellung des Arminiusdenkmals, Abschnitt: Die Bearbeitung der anderen Metalle.

Für die Herstellung der Verbindungen — der Nähte — fällt beim Kupferschmied, der hier nur der Technik wegen zur Kleineisenindustrie besprechend herangezogen worden ist, das falzen nahezu ganz fort, während das löten in den Vordergrund tritt, und zwar in der Form des hartlötens. Auch dies ist in dem Kapitel: „Verarbeitung des Eisens und Stahles im allgemeinen“ besprochen worden.





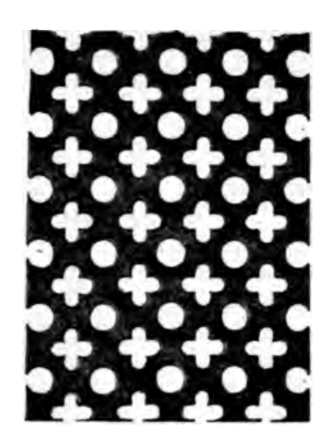
405. Kupferplatte mit konischen Löchern.

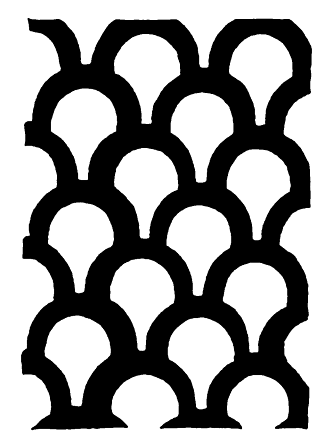
Der Klempnerei ist in Aue i. S. eine Schule zur Seite gestellt worden, welche, von Erdmann Kircheis ins Leben gerufen und von demselben kräftigst unterstützt, sehr viel zur Hebung des Gewerbes der Blechverarbeitung beigetragen hat.

Die Fabrikation gelochter Bleche.

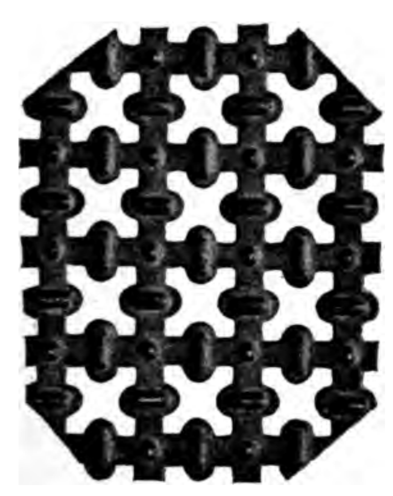
Während nun Klempnerei und Geschirrfabrikation nur mit dünnen Blechen zu thun haben, hat sich in den letzten Jahrzehnten das pressen auch auf stärkere Bleche ausgedehnt und Fabrikate geschaffen, welche man sonst aus Draht, Schmiedeeisen, Temperguß und selbst Gußeisen herzustellen gewohnt war. Es ist dies die Preßblechindustrie.

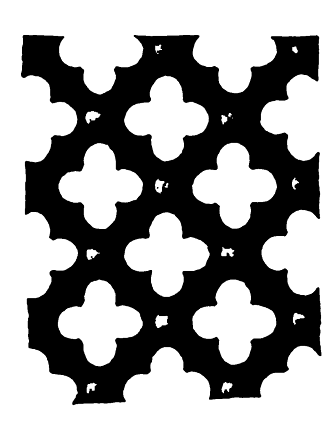
Einen Übergang hierzu bildet die Fabrikation gelochter Bleche; dieselbe hat sich seit ca. 45 Jahren in Deutschland zu einem großartigen Industriezweig ausgebildet. Eins der bekanntesten Perforierwerke, die Dillinger Fabrik gelochter Bleche, Franz Meguin & Co. in Dillingen a. d. Saar, fertigt nicht weniger als 1000 verschiedene Lochungen. Diese Lochungen werden ähnlich wie die uns bereits bekannten „Schnitte“ unter schweren Pressen kontinuierlich ausgeführt. Jede Lochungsart erfordert einen oft recht kostbaren Stempel mit Matrize, und es ist klar, daß diese Fabriken über große Schätze an Schnitten gebieten müssen, wenn sie sich auf der Höhe halten wollen.





406 u. 407. Schnittblech eben. (Zu S. 182.)





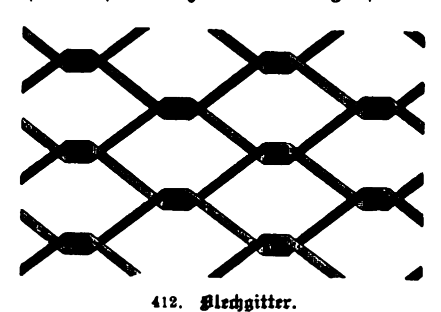
408 u. 409. Schnittblech mit Pressung. (Zu S. 182.)





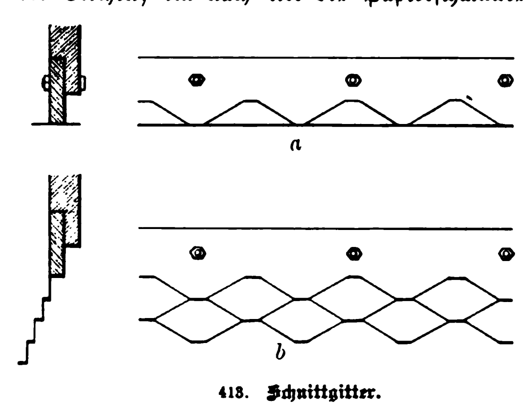
410 u. 411. Pressung ohne Schnitt. (Zu S. 182.)

Die Fabrikate dieses Industriezweiges sind: Gelochte Bleche für Siebe, wie sie zu landwirtschaftlichen Maschinen (Trieurs) und für die verschiedensten anderen Zwecke, vielfach als Ersatz für Drahtsiebe (Abb. 404), Verwendung finden. Auch die Brauereien machen von Sieben — Kupferplatten mit konischen Löchern (Abb. 405) — Gebrauch. Zum sieben von Kohlen werden neben Drahtsieben schwere, gelochte Platten bis zu 15 mm Dicke genommen. Ähnliche schwere Platten, mit Ziermuster versehen, auch nur durchgepreßt (Abb. 410, 411), also ohne Lochung, vertreten heute vielfach die Stelle gußeiserner Platten zu Bodenbelägen, als Abdeckplatten u. s. w. Endlich bilden die Zierbleche eine große Abteilung auf diesem Gebiete, dünne Blechplatten mit den verschiedensten Mustern zu Ventilatoren, Zentralheizungen, Fenstervorsätzen, Gartengittern und vielen anderen Zwecken im Hausgebrauch.


412. Blechgitter.

Diese Platten werden, wie oben angedeutet, sämtlich unter den uns bereits mehrfach bekannt gewordenen Pressen gelocht oder gepreßt, die mit selbstthätigen Vorschubeinrichtungen versehen sind, durch welche die Platten nach jeder Lochung verschoben werden. Der Stempel besitzt daher nur eine Reihe Einzelstempel, wenn das Muster gerade läuft, wie bei Abb. 408 u. 411, und nur dann mehrere, wenn das Muster sich versetzt und ein Seitenvorschub nicht eingerichtet ist, oder, wenn es sich lohnt, mehrere Reihen Stempel zu setzen. So zeigen die Abb. 406 u. 407 ebene Schnitte, Abb. 408 u. 409 solche mit Preßstellen, die auch zur Verzierung dienen, während die Abb. 410 u. 411 nur Pressungen zeigen, welche, bei Flurplatten, den Füßen Halt geben, das ausgleiten verhindern sollen.

Abb. 412 zeigt eine weitere Anwendung des Schnittes in Verbindung mit Pressung bei Blechen; ein nach Art des Papierschmuckes an Weihnachtsbäumen aus Blech hergestelltes Netzwerk, Streckblech (Zerrblechgitter dürfte ein besserer Ausdruck sein) genannt, welches sich, aus Amerika, expanded metall, vor etwa 10 Jahren eingeführt, vielfach als Einlage für Betonplatten, zum Schutze für Bäume und zu ähnlichen Zwecken nutzbar gemacht hat. Bei den neuesten Einrichtungen wird die Zerrung des geschnittenen Bleches gleichzeitig mit dem Schnitt bewerkstelligt. Abb. 413a zeigt einen Teil des Messers, welches den Schnitt bewirkt. Dasselbe hat die Form des halben Rhombus, welches das Netzwerk kennzeichnet, und eine solche Dicke, daß es nicht nur schneidet, sondern gleichzeitig das abgeschnittene Material herunterzerrt, so daß eine Öffnung von der Form des halben Rhombus entsteht. Die in der nächsten Reihe nach einer seitlichen Versetzung, welche gleich ist der halben seitlichen Entfernung der Felder, beiderseitig folgenden Schnitte bilden dann (Abb. 413b) den Rhombus aus, wie auch vorher bereits die Vorbereitung dazu sich vollzogen hatte.



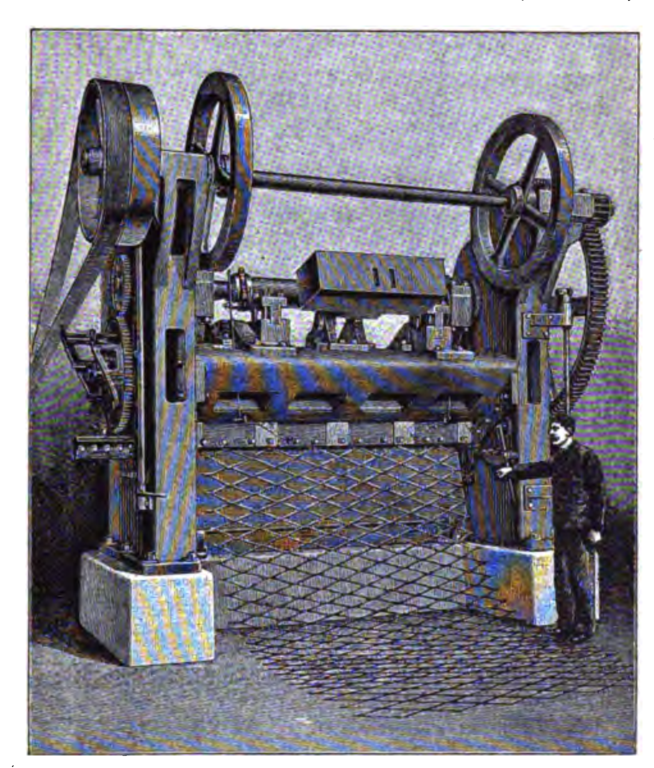
413. Schnittgitter.

Abb. 414 zeigt die mächtige Maschine*), welche solches Netzwerk in etwa 2 m Breite und der etwa doppelten Länge der vorgelegten Blechtafel liefert.

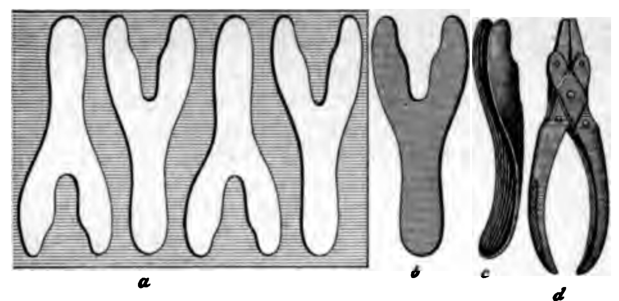
Einen Übergang hierzu bildete schon längst die **Schloßfabrikation**, allerdings in genau umgekehrtem Sinne. Der Schloßkasten ist von jeher aus Blech zusammengebogen

*) „Prometheus" Nr. 457.

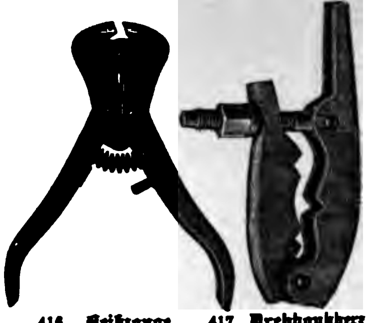
und durch Nietung gefestigt worden. Die Riegel wurden geschmiedet, werden heute aber vielfach aus Blechstücken zusammengelegt. Der Amerikaner hat statt dessen das Gußeisen — Grauguß, nicht Temperguß — eingestellt, welches ihm in vorzüglicher Güte zur Verfügung steht, und eine großartige Massenfabrikation — Massenguß — geschaffen. Abb. 204 auf S. 86 zeigt ein nach dieser Methode in einem Stück auf dem Wege der Maschinenformerei gegossenes Schloß in der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineisenindustrie des Bergischen Landes zu Remscheid, die folgende das Innere desselben. Rückläufig also bildet sich nunmehr die Herstellung sonst massiver Körper aus Blech aus. Abb. 415a—c, S. 184, zeigt einige Zwischenstufen in der Herstellung einer Flachzange aus Blech — Preßblech — ebenfalls den Werkstätten der Remscheider Fachschule entstammend; b ist das kalt ausgestanzte Blechstück, a das zur Erläuterung des Vorganges beigefügte Reststück, c die Form desselben nach der ersten Pressung und d die fertige Zange. Abb. 416 zeigt eine Beißzange derselben Fabrikationsmethode, und Abb. 417 ein Drehbankherz. Sehr hübsch ist die Herstellung von Tischrollen aus Preßblech (Amerika, Abb. 418—424). Die Abb. 425 zeigen ein allerneuestes amerikanisches Produkt des Blechpressens in Verbindung mit dem drücken, welches auf schwere Bleche ausgedehnt worden ist: eine zweiteilige Riemenscheibe, Ariel, die, abgesehen von kleinen Verbindungsstücken, aus 24 Teilen zusammengesetzt ist. — Der Kranz besteht aus 2 halbkreisförmigen, am Rand umgebördelten Teilen, die für sich wieder aus je 2 gewinkelten Hälften a, a u. 425[3] zusammengesetzt sind. Auch die 6 Arme b sind je für sich wieder aus 2 Preßstücken zusammengesetzt und legen sich mit ihren winkelrecht umgebogenen inneren Enden an die halbe Nabenschale n an. Zum zusammenhalten dienen für den Kranz je 2 in der Zeichnung gut erkennbare Schraubenstifte m, und für jede Hälfte der Nabe 2 gepreßte Sättel c, welche nach dem aufsetzen der beiden Scheibenhälften auf die Welle durch die Schraubenbolzen d zusammengehalten werden. Die eigentliche Nabe wird aus 2 gegossenen Hälften (Abb. 425) gebildet. Der Großfabrikation, in welcher die Firma Stephan, Witte & Co. in Iserlohn für Deutschland bahnbrechend vorangegangen ist, gehört die Herstellung gepreßter Riemenscheiben (Abb. 426) an, ebenso wie die von sonst aus Eisenblech zusammengenieteten, in Remscheid aus Stahl gegossenen Rahmen für Straßenbahnwagen (Abb. 427). Auch Wagenräder werden auf diesem Wege, wieder wie bei Riemenscheiben mit gußeiserner Nabe, in Amerika hergestellt, während sich in der deutschen Fabrikation unter vielen anderen Gegenständen eine sehr hübsche Anwendung des Preßbleches zu Dachfenstern herausgebildet hat.



414. Maschine zur Herstellung von Blechgittern.



415. Zange aus Preßblech. (Zu S. 188.)



416. Beißzange aus Preßblech.

417. Drehbankherz aus Preßblech.



418 u. 419. Innere Schutzplatten.



422. Zusammengepreßt.



423. Nachgelocht.



420. Halbe Schale von innen.



424. Fertige Rolle.



421. Halbe Schale von außen.

418—424. Tischrolle aus Preßblech. (Zu S. 188.)





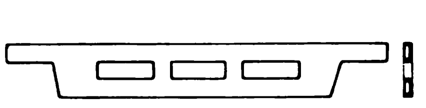
425 Riemenscheibe aus Preßblech. (Zu S. 188.)

Schließen wir dieses Kapitel mit einem kurzen Hinweis auf die andere Grenze der Blechverarbeitung, wenn auch nicht nur des Eisens, ab: Die heutige grobe Uhrenfabrikation, von der Schwarzwälder Wanduhr, der Ruhlaer, für drei Mark verkauften, vollständig gangbaren Taschenuhr bis herunter zur Kinderspieluhr, ist in der Grundlage die Verarbeitung des Bleches durch stanzen und drücken. So berühren sich auch hier, wie so oft, die Grenzen zweier ganz verschieden erscheinenden Gebiete, Kleineisenindustrie und Uhrenfabrikation, vermittelt durch die die heutige Industrie beherrschende Massenfabrikation.

426. Gepreßte Riemenscheibe.

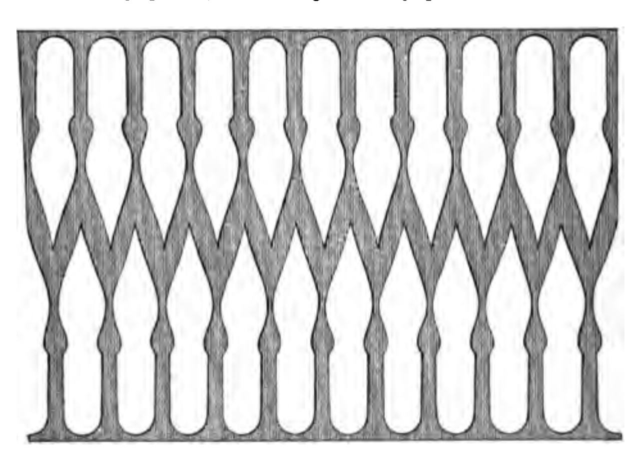
Die Herstellung der Stahlfeder.

Noch vor 50 Jahren ein Luxus neben der damals allmächtigen Gänsekielfeder, hat sich die Stahlfeder zu einem in allen gesellschaftlichen Schichten unentbehrlichen Werkzeug emporgeschwungen, dem nur in dem letzten Jahrzehnt eine Konkurrenz in der Schreibmaschine erwachsen ist; dieselbe kann und wird sie aber niemals verdrängen. So gewaltige Fortschritte auch diese sinnreiche Maschine gemacht hat — sie wird stets nur auf das gut ausgestattete Arbeitszimmer angewiesen bleiben und der Stahlfeder das weite Feld der Gelegenheitsschreiberei und der bescheideneren Arbeitszimmer überlassen müssen. Höchstens kann das Wort „Stahl“ verdrängt werden. Wenn das weiche, wenn auch diamantbewehrte Gold und das Gummi an die Feder herantreten konnten, wird sich — vielleicht in dem vielseitig benutzten Celluloid — auch ein anderes williges Ersatzmittel finden. Einstweilen aber heißt es noch Stahlfeder.



427. Rahmen für Straßenbahnwagen aus Preßblech.

Freilich liegt selbst heute noch eine nicht unwesentliche Schwierigkeit in dem erforderlichen Material. Denn das betreffende Stahlblech wird trotz der gewaltigen Fortschritte unseres Eisenhüttenwesens heute noch vorzugsweise aus England bezogen, wie überhaupt die Schreibfederfabrikation erst in jüngster Zeit sich in Deutschland heimisch gemacht hat. Selbst der bekannte Soennecken, dessen Name innig mit den Fortschritten der Federformen verknüpft ist, läßt seine deutsche Feder in England herstellen. Die Hauptvertreterin der deutschen Federfabrikation ist die Firma Heintze & Blanckertz in Berlin, der wir die Abb. 429, 430, 433—435 verdanken, der sich in den letzten Jahren neben einigen kleineren Fabriken Brause & Co. in Iserlohn angeschlossen haben. Ein besonderer äußerer Grund für die noch nicht genügend erreichte Vollkommenheit des deutschen Stahlbleches liegt nicht vor. Wir werden finden, daß die einzelnen Vorgänge bei der Herstellung der Feder vollkommen in dem Bereich unseres vaterländischen Könnens liegen.



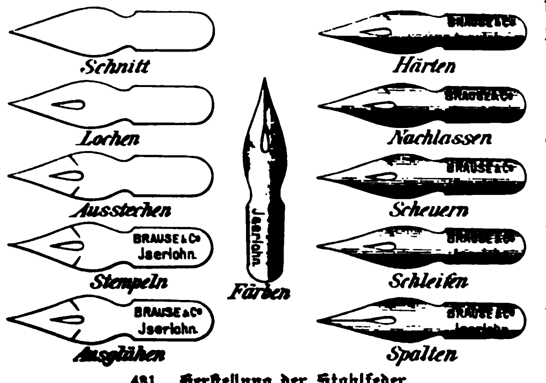
428. Ausgestanzte Federplatte.

Das sehr glatt ausgewalzte blanke Stahlblech von etwa einem halben Millimeter Stärke wird in Streifen geschnitten, deren Breite der Länge zweier Federn entspricht, die mit den Spitzen ziemlich dicht gegeneinander gelegt werden (Abb. 428), so daß der uns bereits aus dem früheren bekannte „Schnitt“ möglichst sparsam ausfällt. Das Werkzeug ist



429. Ausstanzen der Federplättchen. 430. Einprägen des Firmenstempels.

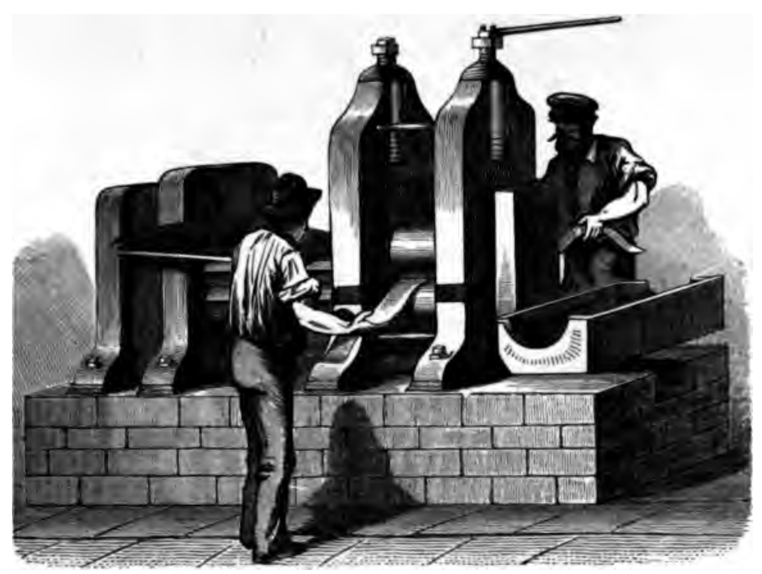
die Spindelpresse, welche (Abb. 429) mit der rechten Hand gedreht wird, während die andere gewandt den Streifen zurechtlegt — verhakt — und rechtzeitig weiterschiebt. Die oben genannte Firma Brause & Co. in Iserlohn hat auch selbstthätig vorschiebende Maschinen im Dienst, welche diese Arbeiten — pressen und vorschieben — automatisch besorgen.



431. Herstellung der Stahlfeder.

Dem Schnitt folgt das prägen. — Mehr als an irgend einem anderen Artikel hat sich bei der Feder das Fabrikzeichen eingeführt, welches jeden, der eine für seine Hand gut passende Feder gefunden hat, in den Stand setzt, sich dasselbe Fabrikat stets wieder zu verschaffen. Hier tritt meist der leichte Fallhammer (Abb. 430) an die Stelle der Presse, die immerhin auch diese Arbeit zu leisten imstande ist. Aber der Fallhammer gibt freiere ihm. Er kann leicht mit dem Fuß in Gang gesetzt werden, so daß beide Hände für hinlegen und fortnehmen freibleiben. Hierauf folgt das lochen (Abb. 433) und die Anbringung der erforderlichen Seitenschlitze, wieder auf der Spindelpresse.

...delt sich nun darum, der Feder die bekannte cylindrische Form zu geben, ...deren Nebenformen, das Tintensäckchen, die Kröpfung u. s. w. mit ... Indessen ist die Beanspruchung, welche das Blech bei dieser



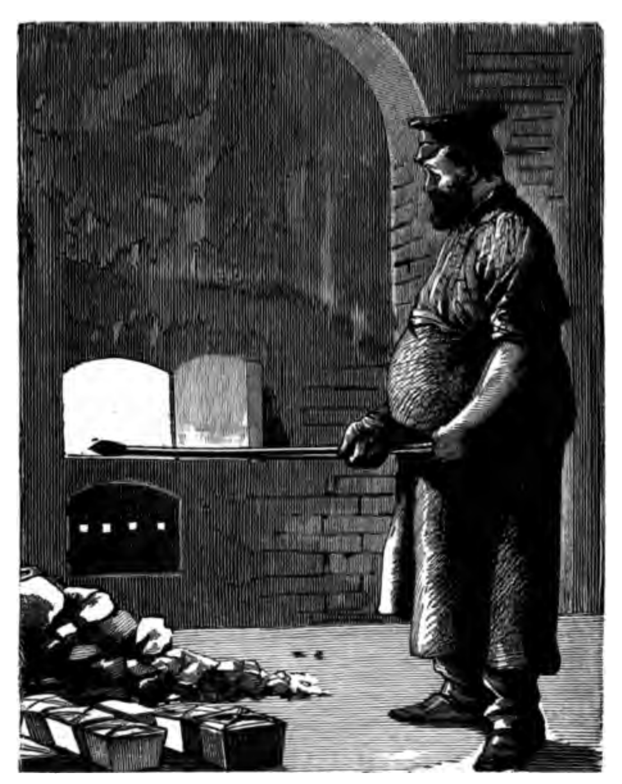
432. Das nachwalzen des Stahlbleches.



433. Lochen der Federn.

434. Das schleifen der Federn. (Zu S. 188.)

Biegung erfährt, zu groß, um sie in dem bisherigen durch das walzen gehärteten Zustande zu vertragen; auch ist die dem Bleche noch innewohnende Federkraft dieser Formgebung im Wege. Die Plättchen müssen also zunächst geglüht werden, um dadurch ihre Steifigkeit zu verlieren. Sie werden daher zu einigen Hundert in ein Blechkästchen gethan und mit diesem in den Ofen geschoben, den sie rotglühend wieder verlassen. Nach dem erkalten tritt die Presse wieder in Thätigkeit und gibt dem Plättchen die endgültige Form. Ist das Blech sehr fester Art, so folgt nun erst das stempeln, welches in diesem Falle bei ungeglühtem Blech die Stempel zu sehr beanspruchen würde. Dann wandern die Federn wieder in den Ofen — diesmal in gußeisernen Kasten (Abb. 435) und in größeren Mengen — und nun, sorgfältig gleichmäßig glühend gemacht, in das härtende Rüböl. Die so erlangte Härte ist aber zu schroff. Es erfolgt daher eine nochmalige Erhitzung auf eine niedere, genau nach der Farbe bemessene Temperatur, nach welcher die erforderliche „Federhärte" erreicht ist.



435. Glühen der Federn vor dem härten.

Nun gelangen die Federn in die Scheuertrommeln, in denen sie mit Sand oder Schmirgel sich eine Zeitlang umherzutummeln haben, um dieselben blank und sauber zu verlassen. Dann folgt das schleifen der Spitze, eine überaus heikle Arbeit (Abb. 434), die indessen von den Arbeiterinnen mit großer Gewandtheit verrichtet wird. Von der Sorgfalt dieser Arbeit hängt die Güte der Feder ab.

Nun erst kommt die Spaltung an die Reihe, welche der Feder erst ihre Brauchbarkeit verleiht. Diese Operation erinnert bei der peinlichen Genauigkeit, welche sie erfordert, an das lochen der Nähnadel und wird auch in ganz ähnlicher Weise ausgeführt. Es ist wieder die Handpresse, welche dazu dient und mit einem feinen Paar Scherbacken versehen ist, zwischen welche, wenn geöffnet, die Feder gelegt wird. Damit der Schnitt haarscharf, genau und gerade ausfällt, sind kleine Anschläge angebracht, gegen welche, wie es ja bei solchen Arbeiten immer geschieht, die Feder gelegt wird.

Vielfach werden die Federn auch noch gefärbt. Es geschieht dies entweder durch anlassen oder lackieren. Beides wird über offenem Feuer, bei geringeren Mengen in einem Blechkasten, bei größeren in einer Trommel bewirkt, wobei entweder die gewünschte Anlauffarbe — Gelb oder Blau — abgewartet oder ein färbender Lack verwendet wird, während die Federn durcheinander gewälzt werden.

Den Schluß bildet die sorgfältige Aussuche namentlich mit Bezug auf Spalt und Schliff.

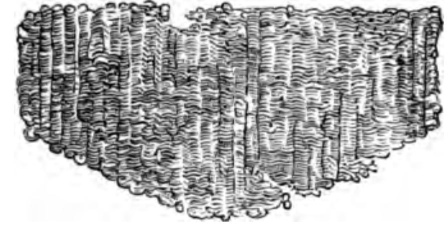
Drahtgebilde.

Die Zeit der ersten Drahtgebilde fällt wohl zusammen mit der ältesten Drahterzeugung. Denn die ersten Drahtstücke, welche der Eisenarbeiter durch ausschneiden von Hand lieferte, waren kaum Draht in unserem heutigen Sinne zu nennen, sondern entstanden als vorbereitete Stücke für besondere Zwecke, unter denen wohl der Ringpanzer einer der wichtigsten war. Waffen — Schutz- und Trutzwaffen — waren ja die wichtigsten Erzeugnisse der alten Schmiede.

So ist vielleicht der Kettenpanzer, bestehend aus ineinandergehakten, zuerst wohl nur zusammengebogenen Ringen, als das älteste regelmäßig hergestellte Drahtgebilde zu betrachten. Mit der Ausbildung der Herstellung des Drahtes wuchs die Verwendung, zunächst zum binden und dann zur künstlerischen Verarbeitung, wobei Gold und Silber,



436. Genietete Panzerringe.



438. Römischer Ringpanzer.

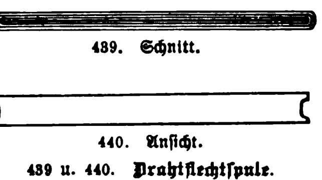


437. Panzergeflecht.

Kupfer und Bronze ihrer leichteren Verarbeitungsfähigkeit wegen und auch in ihrer Verwendung zu Schmucksachen dem schwerfälligeren Eisen den Vorrang abgelaufen haben mögen. Beläge dafür sind nicht vorhanden; die uralten Schmucksachen dieser Art können nicht direkt als Beweise dienen, da eiserne Gegenstände von der hier in Rede stehenden Feinheit dem nagenden Einfluß der Zeit bei weitem nicht so lange zu widerstehen imstande sind, wie jene.

Die Haltbarkeit des verzinnten*) Drahtes und die mit den Fortschritten des Eisenhüttenwesens wachsende Weichheit des Materials werden schon frühzeitig die Verwendung auch des Eisendrahtes zu anderen Geflechten in die Wege geleitet haben; entstammt doch derselben die bekannte und noch neuerdings durch Frauberger**) verjüngte und in moderne Wege geleitete Drahtwarenindustrie, deren Erzeugnisse in Form von Mausefallen, Drahtkörben und sonstigen Gebilden zu allen möglichen Zwecken allerorts zu finden sind.

Neben diesen Formgebilden entwickelte sich längst die Herstellung ebener Erzeugnisse, welche als Siebe, Gitter u. s. w. von jeher reichliche Verwendung gefunden haben.



439. Schnitt.

440. Ansicht.

439 u. 440. Drahtflechtspule.

Wir unterscheiden hier Drahtgewebe und Drahtgeflechte.

Die Drahtgewebe entsprechen in Form und Herstellung genau den Erzeugnissen der Textilindustrie. Wir finden auch hier Kette und Einschlag. Die bei den Handwebstühlen meist horizontal liegende Kette besteht aus den dem Arbeiter zulaufenden Fäden bezw. Drähten, welche sich von dem querliegenden Kettenbaum abwickeln. Zwischen ihnen, die abwechselnd gehoben und gesenkt werden, wird der Einschuß durchgeschoben und durch das Riet, Webeblatt, angedrückt. Zum durchführen des Schusses dienen längliche Spulen (Abb. 439 u. 440), Blechstreifen, auf welche der Draht aufgewickelt ist. Die Operation wird noch heute vielfach mit der

---

*) Das verzinnen des Drahtes und des Eisens war nach Theophrast schon den Athenern bekannt. Beck, „Geschichte des Eisens“, I, S. 459.

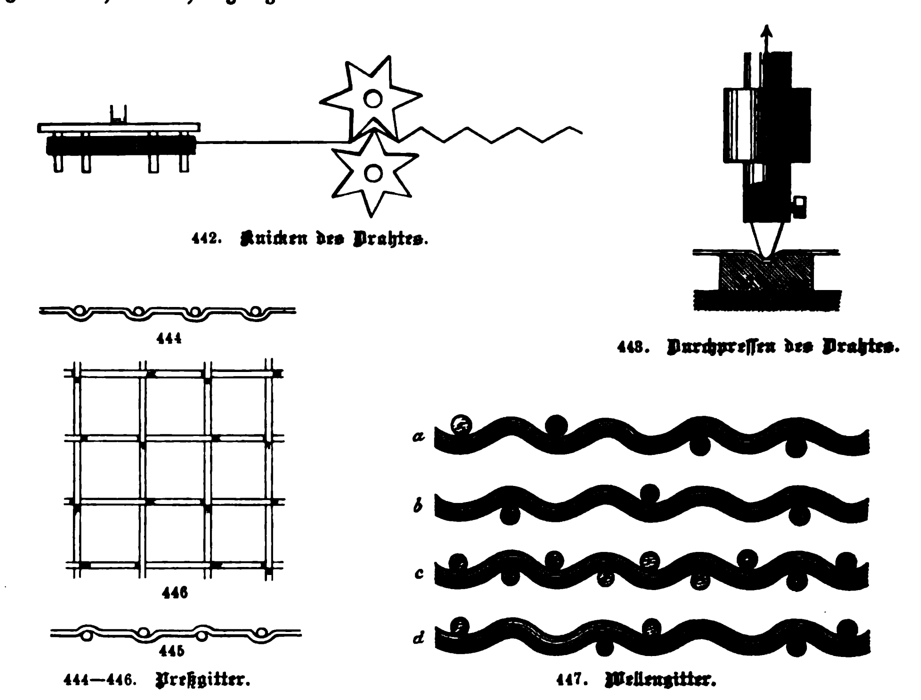
**) Die Hausindustrie zu Neroth und Umgebung in der Eifel ist durch die belehrende und anregende Thätigkeit des Genannten und durch die Unterstützung des Gewerbemuseums zu Düsseldorf in den letzten Jahrzehnten zu erneuter Thätigkeit entflammt worden.

Hand ausgeführt und liefert neben den bekannten Erzeugnissen u. a. das **Rabitzgewebe**, die Grundlage der Rabitzwände, die dem Gips den Halt gibt.

Bei stärkeren **Geweben** werden die Schußfäden als nach Maß abgeschnittene Stangen eingelegt; es fällt dann auch das wulsten der Kanten fort.

Die neuerdings eingeführten **Drahtwebemaschinen** — mechanische Drahtwebestühle — haben kreisrunde Spulen, siehe Abb. 441, links auf dem Schlitten, und können daher mit stärkerem Draht arbeiten.

Aus diesen Abbildungen ist die Webeart deutlich zu erkennen. Wir sehen oberhalb des Schlittens die gespreizten, hier von unten nach oben laufenden Kettendrähte und die bereits besprochene Spule bereit, ihre Bahn zu durchlaufen. Nach jedem Durchschuß drückt das Riet die Fäden zusammen und gibt ihnen dabei die bleibende, dem Gewebe eigentümliche Durchbiegung.



442. Knicken des Drahtes.

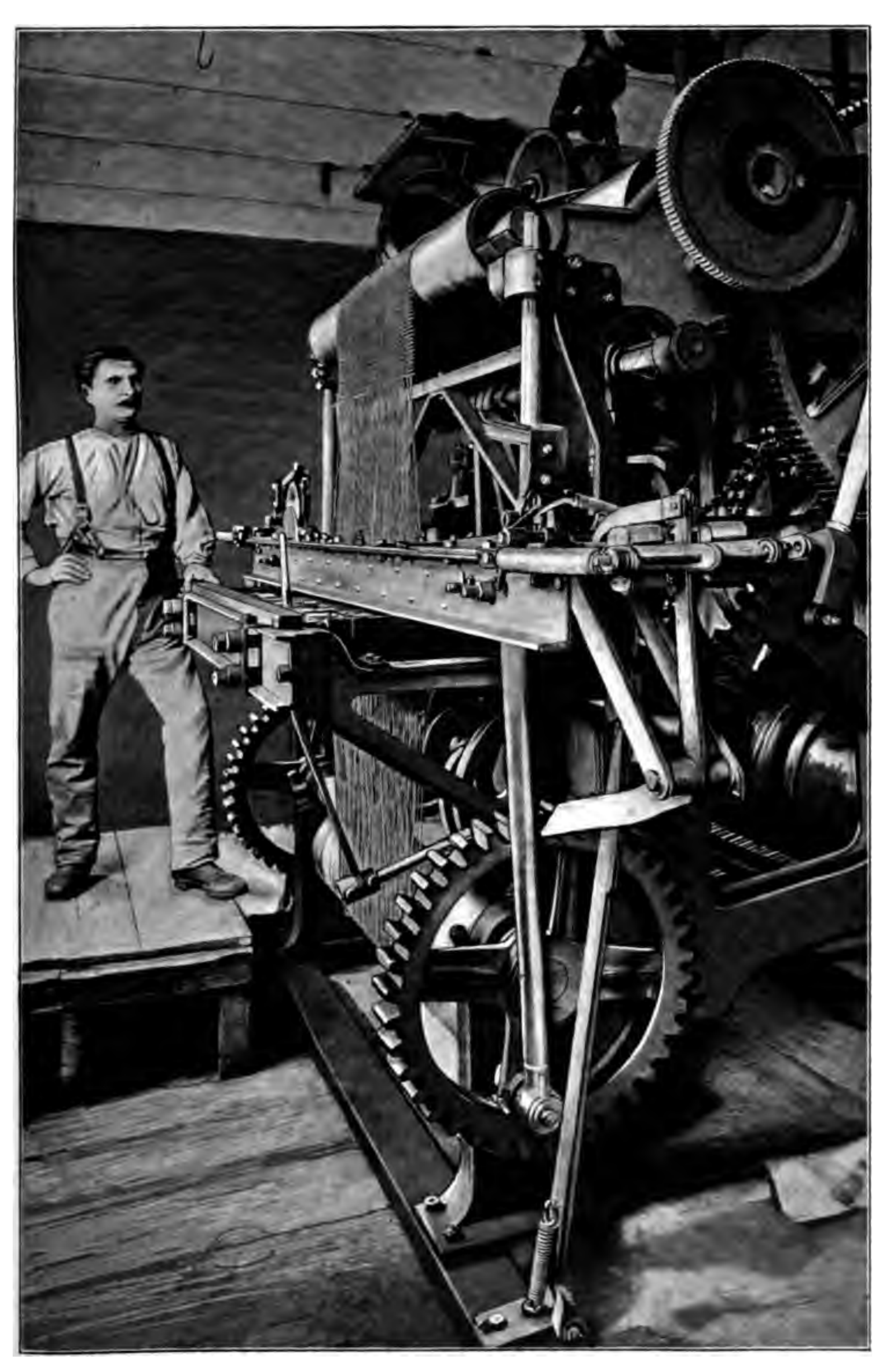
443. Durchpressen des Drahtes.

444—446. Preßgitter.

447. Wellengitter.

Starker Draht läßt sich nicht weben. Der Draht wird aus diesem Grunde in bestimmten Längen — der Begriff der Kette und des Einschlags fällt hier fort — durch die Wirkung von Zähnen vorgebogen (Abb. 442), zwischen denen der Draht durchgezogen wird. Bei noch stärkerem Draht genügt auch dies nicht. Die Biegungen werden daher durchgepreßt (Abb. 443), wozu irgend welche Pressen oder auch Fallwerke benutzt werden. Dieselben sind mit einer Speisevorrichtung versehen, damit der Draht gleichmäßig zugeführt wird und die Durchbiegungen gleichmäßig entstehen. Die Tiefe dieser Durchbiegungen bedingt die Ein- oder Zweiseitigkeit des „Preßgitter" genannten Gewebes. Das erstere (Abb. 444) hat eine vollständig ebene Seite, wie sie vielfach gefordert wird, während in der Abb. 445 das zweiseitige Gewebe dargestellt ist, bei welchem die doppelte Anzahl zudem abwechselnder Durchpressungen vorhanden sein muß. Die so vorbereiteten Stäbe werden dann von Hand zusammengestellt. Die Ansicht dieser beiden Gewebearten (Abb. 446) ist dieselbe.

Biegt man den Draht enger durch, so entstehen wellenförmige Stäbe, welche eine dem Auge gefällige Verschiedenheit in der Anordnung (Abb. 447 a—d) herauszubilden gestatten. Diese Gebilde, Wellengitter genannt, müssen ihrer Form nach immer noch mit dem Namen **Gewebe** bezeichnet werden, obwohl sie der Arbeit nach schon an den Begriff

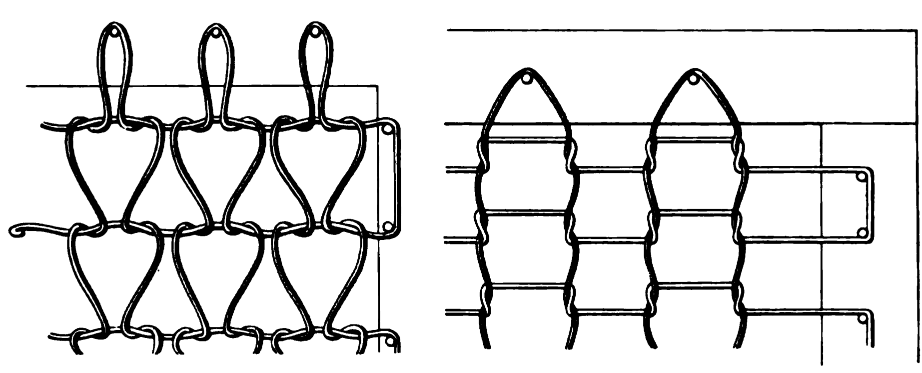


441. Mechanische Drahtweberei.

der **Geflechte** erinnern. Es fehlt ihnen aber immerhin die eigentliche Grundlage des Flechtens, das **umschlingen.**

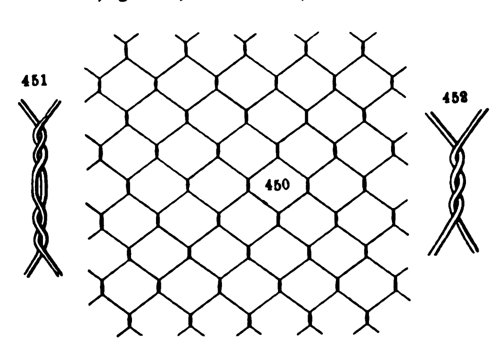
Wie bei den Drahtgeweben gibt es auch bei den Drahtgeflechten Hand- und Maschinengeflechte, wobei sich indessen letztere der Anteilnahme der Maschine nach wesentlich von den Maschinengeweben unterscheiden.

Unter den **Handgeflechten** unterscheidet man im wesentlichen die dreieckigen von den viereckigen Geflechten. Beide Geflechte werden auf primitivstem Wege von Hand



448. Dreieckgeflecht. 449. Viereckgeflecht.

hergestellt, noch weit einfacher, als das Handgewebe. Die Hilfsmittel sind (Abb. 448 u. 449) ein einfacher irgendwie festgelegter Baum und eine Anzahl Wickel oder Knäuel von möglichst weichem Draht, welche der Flechter regelmäßig zu umschlingen hat. Auch hier ist wieder Kette und Einschlag zu unterscheiden. Wir sehen in beiden Abbildungen — Abb. 449 stellt das Vierkant-Handgeflecht dar — eine Gruppe von Drähten senkrecht vom Baum ab und die andere querdurch laufen, was durch die Art der Zeichnung leicht kenntlich gemacht worden ist. Die Arbeit erfordert bei den stärkeren Drahtnummern viel Kraft und dabei ein gutes Augenmaß, da jede unterstützende Hilfe fehlt.



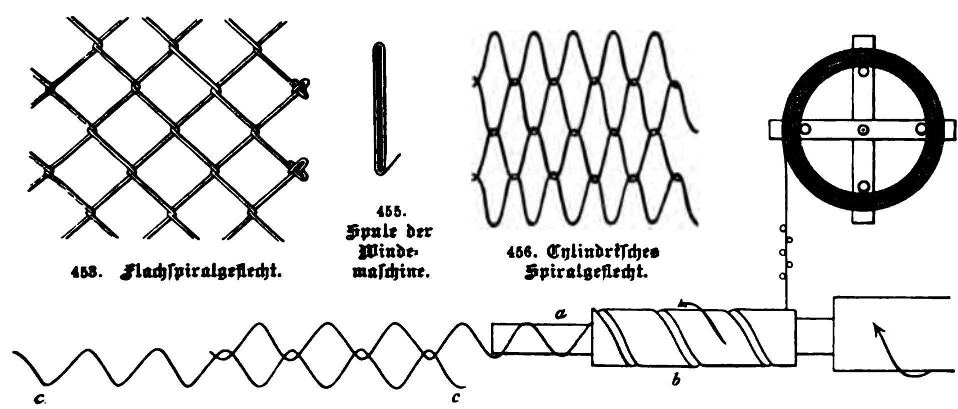
450—452. Sechskantgewebe.

Leichter ist die Regelmäßigkeit bei dem **Sechseckgewebe** (Abb. 450) zu erzielen, welches in zwei verschiedenen Formen in den Abb. 445 u. 446 dargestellt ist. Hier ist nur **Kette** vorhanden. Die Drähte laufen sämtlich vom Baum aus auf den Arbeiter zu, der sie, ebenfalls zu Knäueln aufgewickelt, hantiert. Auch hier sind Maschinen erdacht worden.

Das in Abb. 450 dargestellte Geflecht kann ohne nähere Betrachtung sowohl für das der Abb. 451 wie auch das der Abb. 452 gehalten werden. Beide sind indessen doch ganz wesentlich verschieden. In der letztgenannten Abbildung finden wir an den Verbindungsstellen eine vollkommen durchgeführte Umwindung, so daß die Maschine wirklich die Drähte mehrmals umeinander winden muß, bevor sie zur weiteren Maschenbildung übergehen darf. Dagegen werden die Drähte in dem Geflecht der Abb. 451 nur lose nebeneinander gelegt, um die Stifte verhakt und zusammengewirbelt. Dies Geflecht ist also an jeder Stelle wieder aufzulösen, was mit dem erstgenannten nicht geschehen kann. Da diese Gewebe indessen fast nur verzinkt in den Handel kommen, wodurch eine gewisse Verlötung bewirkt wird, so ist die Festigkeit eine ausreichende. Beide Gewebe finden zu Umzäunungen außerordentlich viel Verwendung. Die Herstellung dieser Gewebeart findet besonders in

England und Deutschland statt. Sehr große Quantitäten gehen nach Australien zum Einhegen der Felder gegen die dortige Kaninchenplage.

Ein sehr gefällig aussehendes und billiges Maschinengeflecht hat sich in neuester Zeit recht beliebt gemacht, es ist dies das **Spiralgeflecht**. Für große Flächen findet es nur als **Flachspiralgeflecht** Verwendung. Dasselbe, in der Abb. 453 abgebildet, wird rein maschinenmäßig hergestellt und zwar auf verblüffend einfache Weise. Der von einer Spule kommende, oft bereits verzinkte oder auch verzinnte Draht — die anderen Geflechte und Gewebe werden vielfach nach der Herstellung verzinkt — wird auf einen flachen Streifen, a, gewunden (Abb. 454), so daß er in der Projektion die Form eines flachgedrückten Ovals erhält (Abb. 455), und läuft in dieser Flachspiralform auf dem Tisch entlang. Die folgende Spirale macht genau denselben Weg, windet sich aber dabei mit großer Gewandtheit durch die Windungen seines Vorgängers, meist nur zuletzt der Nachhilfe bedürfend. Zur Sicherung der Spiralbildung ist vorn eine spiralförmig durchbrochene Stahlröhre b angebracht, welche kräftig mit Seifenwasser umspült die nötige Führung gibt.



453. Flachspiralgeflecht.

455. Spule der Windemaschine.

456. Cylindrisches Spiralgeflecht.

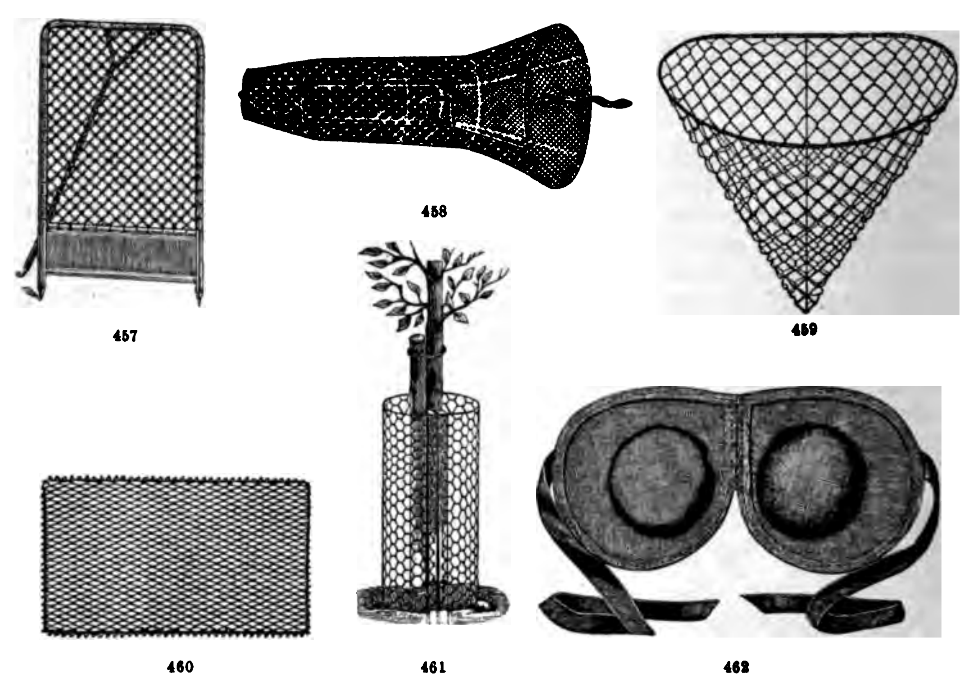
454. Winden der Spiralen.

Die Drähte werden, nachdem sie eine bestimmte Länge — die Breite des Geflechtes — durchlaufen, abgeschnitten und zuletzt (Abb. 453) umgebogen, wodurch das Gewebe seine Festigkeit in der einen Richtung erhält. In der anderen Richtung, senkrecht zu den Spiralen, bleibt es lose und kann so ganz eng zusammengelegt werden. Erst durch das Ausspannen an Ort und Stelle erhält es seine eigentliche Gestaltung.

Das cylindrische Spiralgewebe (Abb. 456) findet, in allerfeinster Form, als **Filtrierfläche** Verwendung, während es, in größeren Spiralen ausgeführt, in neuester Zeit sich in Verwendung zu Matratzen und Fußmatten (Abb. 460) recht beliebt gemacht hat. Hier wird es durch die Endstäbe versteift; häufig sogar als Doppelgeflecht senkrecht zu einander durchgewunden, wodurch eine überaus haltbare und zweckentsprechende Fläche entsteht.

Die folgenden Abbildungen zeigen einige dem Kataloge der genannten Firma (Abb. 464) entnommene Verwendungen der Hand- und Maschinengewebe und -Geflechte, wie sie sich als Siebe (Abb. 457), Maulkörbe, Fischreusen (Abb. 458), Hühnernester (Abb. 459), Fußmatten (Abb. 460), Baumschützer (Abb. 461), Funkenfänger, Schutzbrillen (Abb. 462) und Drahtkappen für Preßflaschen (Abb. 463) beliebt gemacht haben. Da Material und geeignete Arbeitskräfte reichlich zur Hand sind, so ergibt es sich von selbst, daß derartige Fabrikate (Abb. 465 u. 466) häufig mit der eigentlichen Flechterei oder Weberei verbunden werden.

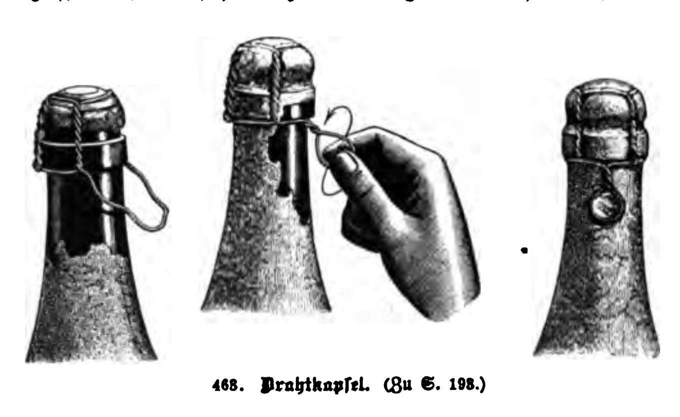
So findet man in derartige Anlagen auch eine Fabrikation verlegt, welche eigentlich mehr zur Drahtseilerei gehört: Die Herstellung von **Stacheldraht**, immerhin ein Drahtgebilde. Der Stacheldraht, ein Produkt der letzten Jahrzehnte, wird in sehr großen Mengen zum umzäunen von Geländen verwendet, um die Weidetiere ab- oder zusammenzuhalten. Er geht aus diesem Grunde auch in großen Mengen ins Ausland.



457 bis 462. Gerätschaften aus Draht. (Zu S. 193.)

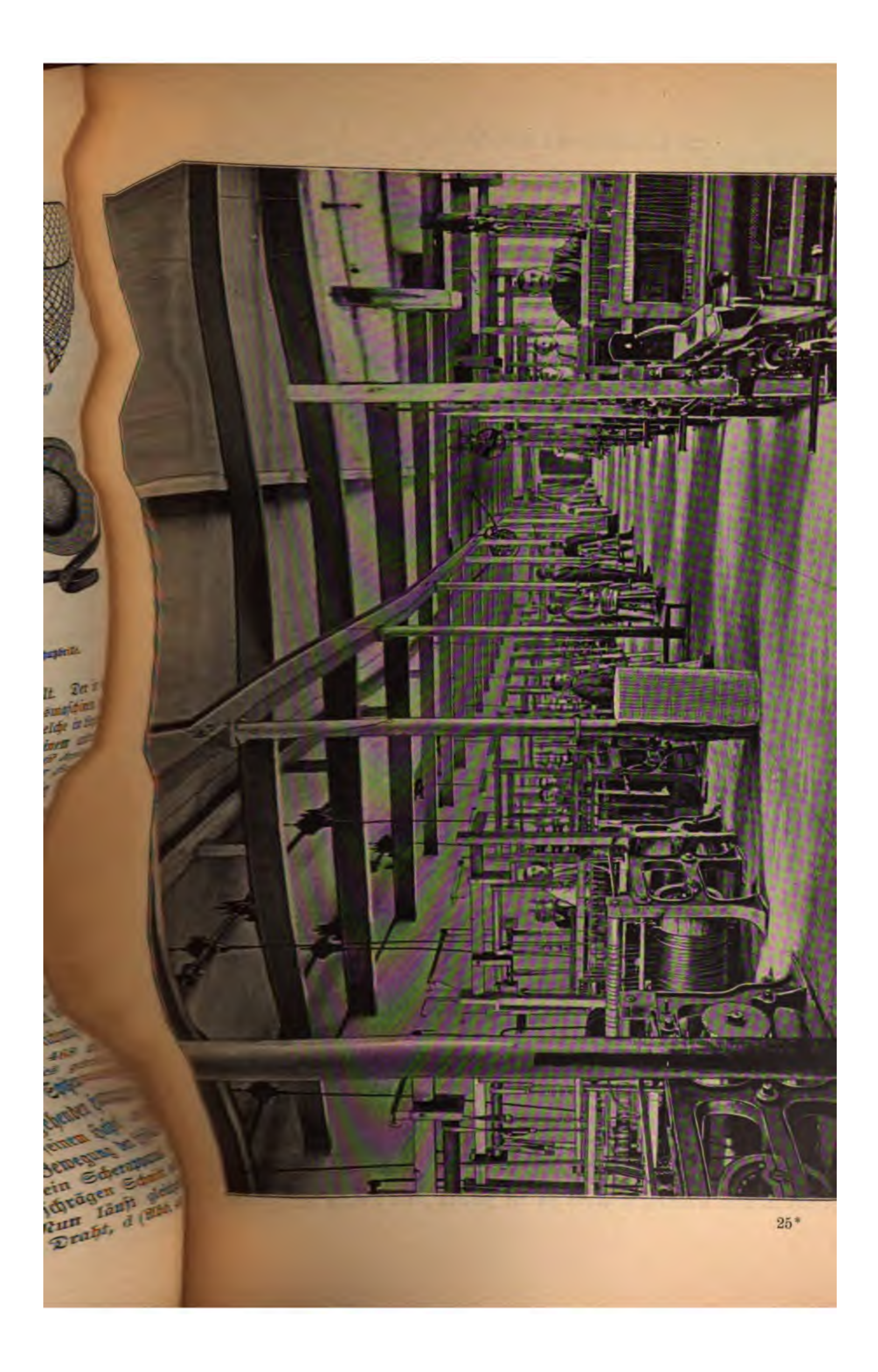
457 Sieb, 458 Aalreuse, 459 Hühnernest, 460 Fußmatte, 461 Baumschützer, 462 Schutzbrille.

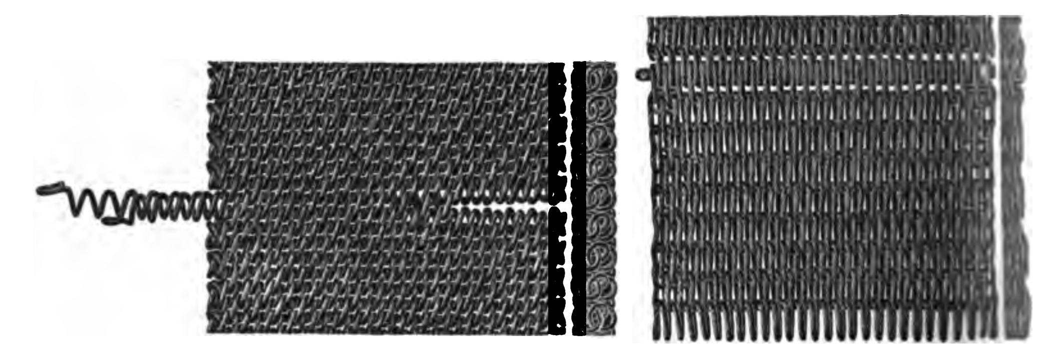
Das Grundprinzip der Herstellung ist in der Abb. 467 dargestellt. Der in der Regel verzinkte Hauptdraht, welcher, wie stets bei den Drahtverarbeitungsmaschinen, auf einem rechts zu denkenden Haspel liegt, wird durch die Hülse a geführt, welche in Lagern liegt und in unterbrochene Umdrehung versetzt werden kann. Auf einem anderen Haspel befindet sich der zur Bildung der Stacheln erforderliche Draht, meist derselben Gattung wie der Hauptdraht, wir wollen ihn Spitzendraht nennen, welcher bei b, senkrecht zum Hauptdraht, zugeführt wird und scharf abgeschnitten worden ist. Er tritt über den Hauptdraht und unter einer Nase c durch, welche sich an der Hülse a befindet. Wird nun diese Hülse in der Richtung des in der Abb. 468 angegebenen Pfeiles gedreht, so wird der Spitzendraht



468. Drahtkapsel. (Zu S. 193.)

zunächst herunter und im weiteren Verlauf um den durch die Hülse gehenden Hauptdraht gebogen, während er sich dieser Aufwindung entsprechend von seinem Haspel abwindet. In der in der Abb. 468 angegebenen Stellung hört die Bewegung der Hülse und damit das aufwinden des Spitzendrahtes auf, und es tritt ein Scherapparat in Thätigkeit, welcher den in dieser Abbildung angedeuteten scharfen, schrägen Schnitt vollführt und Abtrennung und Spitzenbildung zugleich bewirkt. Nun läuft gleichzeitig mit dem ersten Hauptdraht ein bis dahin nicht gezeichneter zweiter Draht, d (Abb. 469),

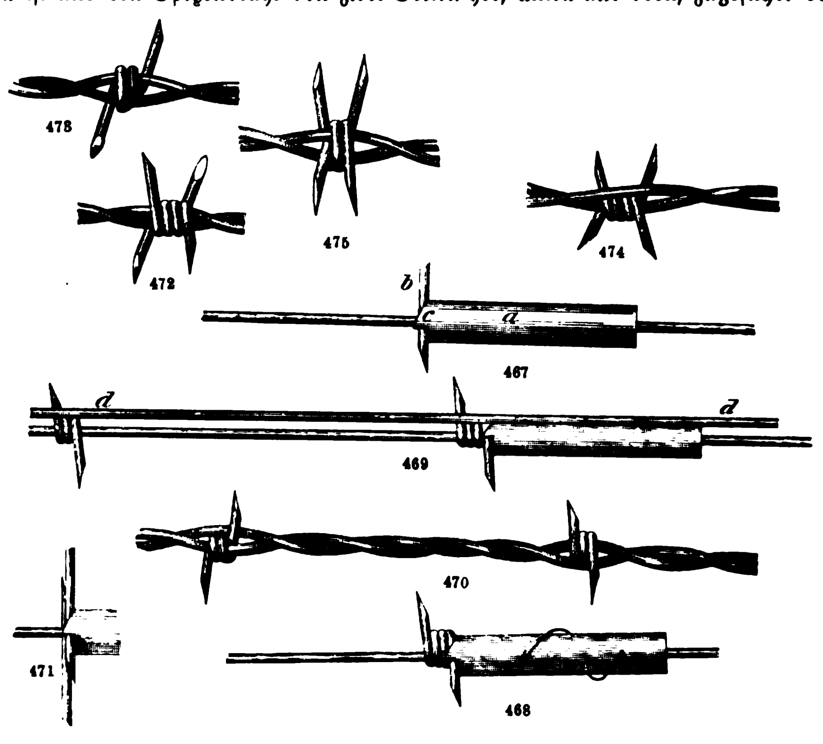




465 u. 466. Drahtriemen. (Zu S. 193.)

über der Hülse, also einstweilen frei, her und setzt mit diesem zugleich seine Bewegung fort. Beide gelangen dann in den Seilschläger, der die einfache Verwindung derselben bewirkt, den fertigen Stacheldraht in der in Abb. 470 angegebenen Art bildet und gleichzeitig auf einen Haspel windet.

In der Abb. 471 ist eine ähnliche Hülse dargestellt, welche aber mit zwei Nasen versehen ist und den Spitzendraht von zwei Seiten her, unten und oben, zugeführt erhält.



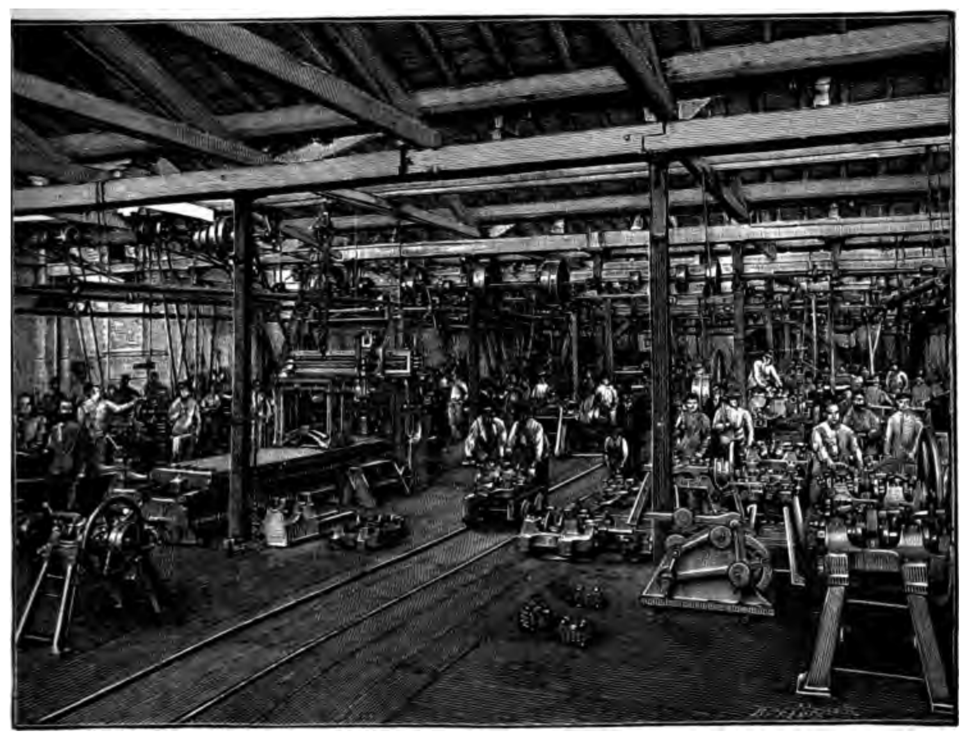
467—475. Stacheldraht. (Zu S. 194—197.)

Es findet also nunmehr beim drehen der Hülse ein zweifaches aufwinden statt, und es werden vier Spitzen gebildet, wie in Abb. 472 angegeben ist.

Läßt man den zweiten Draht d nicht frei über der Hülse a laufen, sondern führt man ihn mit durch diese Hülse durch oder durch eine zweite nebenliegende Hülse, welche die Drehung derselben mitmacht, so windet sich der zwischen beide Drähte durchgesteckte

Spitzendraht um dieselben zusammen herum, und es entsteht eine noch festere Vereinigung von Haupt- und Spitzendraht. Nun kann man wieder entweder nur je einen Spitzendraht durchstecken, entsprechend der Abb. 473, oder deren gleichzeitig zwei, wie in Abb. 474 geschehen, und es bilden sich dann die Stachelknoten in der angegebenen Weise. Endlich können die beiden Hauptdrähte auch ganz zusammenbleiben, so daß die Spitzendrähte nicht durchgesteckt, sondern nur außen aufgewickelt werden. Hier endlich können wieder ein oder auch zwei Spitzendrähte umgewunden werden; im letzteren Falle entsteht da ein Stachelknoten, wie in Abb. 475 dargestellt ist.

Abb. 464 stellt das Innere eines Arbeitssaales der mechanischen Drahtweberei von C. S. Schmidt in Niederlahnstein dar, in welcher derartige Drahtgebilde hergestellt werden,



476. Arbeitswerkstätte der Maschinenfabrik von Malmedie & Co. in Düsseldorf.

und Abb. 476 eine Arbeitswerkstätte der Maschinenfabrik von Malmedie & Co. in Düsseldorf, welche die sämtlichen diesbezüglichen Maschinen fertigt und den heutigen Markt für diese Art Spezialmaschinen beherrscht.

Die Formveränderung, welche dem Draht zur Umwandlung in Stacheldraht — sowie auch zu dem a. a. O. besprochenen Drahtseil — lediglich aus Zweckmäßigkeitsgründen erteilt worden ist, führt uns über zum Zierdrahtgitter.

Schon die verschiedenen Drahtgeflechte wirken, zweckmäßig umrahmt aufgespannt, verschönernd und werden auch vielfach in diesem Sinne benutzt. Von diesen sind es, wie wir gesehen haben, das Preßgitter (Abb. 444—446) und das Vierkantgewebe (Abb. 453), welche bereits aus Einzelstäben bestehen, in deren Anordnung, wenigstens beim Preßgitter, dem Schönheitssinn besonders Rechnung getragen werden kann. Neuerdings gibt man nun den Drahtstäben Formen, welche in ihrer Zusammenstellung gefällige Figuren bilden und sich auf diese Weise zur Herstellung von Ziergittern vorzüglich eignen. Die Formgebung erfolgt durch Pressung, ähnlich, wie wir es bei den krausen Haarnadeln bereits im kleinen kennen gelernt haben.

Die Nadeln.

Der Gebrauchswert der Dinge ist oft ein ganz anderer als ihr Handelswert; aber der erstere wird uns gewöhnlich erst recht nahe gerückt, wenn wir eine notwendige Sache entbehren müssen. Lesen wir in Reisebeschreibungen, wie glücklich sich eine Eskimofrau fühlt durch das Geschenk einer einzigen Nähnadel, so haben wir damit gleich eine lebendige Illustration über den Unterschied beider Werte. Für den Menschen der ältesten Zeiten wuchsen die Nadeln wahrscheinlich frei in der Natur, und noch heute sehen wir Völker der Südsee mit spitzigen Dornen, Eskimos mit Fischgräten, afrikanische Neger mit eisernen Pfriemen Löcher in ihre Zeuge oder Tierhäute vorstechen und den Faden hinterher durchschieben. Die alten Kulturvölker jedoch gebrauchten bereits Nadeln in unserem Sinne, das sagt uns nicht allein das Neue Testament in seinem, allerdings umstrittenen Vergleich vom Kamel und Nadelöhr ausdrücklich, sondern wir vermögen das walten der Nähnadel schon bei viel früheren morgenländischen Völkern zu erkennen, bei denen sich ein Grad des Luxus namentlich auch in der Kleidung entwickelt hatte, der ohne jenes kleine Instrument kaum als möglich gedacht werden kann. Es wurde im Altertum nicht bloß genäht, sondern selbst gestickt („mit der Nadel gemalt" nannten es die Römer), und dies setzte Werkzeuge von gewisser Feinheit voraus.

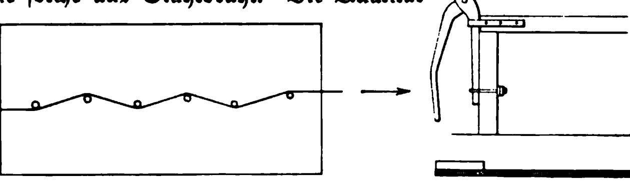
Lange Zeit haben die Nadeln aus gespitzten Metallstiften bestanden, deren hinteres Ende zu einem Öhr umgebogen war; voran gingen ihnen die hörnernen und knöchernen Nadeln und zwar von grober, aber sonst recht brauchbarer Ausführung. Daneben aber finden wir unter den Überresten etrurischer, keltischer, griechischer und altrömischer Kultur Nadeln, welche nicht nur in Bezug auf geschmackvolle künstlerische Ausführung noch heute als Muster dienen können, sondern die auch schon sehr scharfsinnig erdachte Instrumente darstellen, welche in den neuesten Zeiten geradezu erst wieder erfunden worden sind und ihrer Zweckmäßigkeit wegen massenhaft erzeugt und verwendet werden. Das Beispiel, welches wir hier im Auge haben, ist die sogenannte Schließnadel, die als etwas Neues in England patentiert worden und von dort zu uns gekommen ist; sie findet sich genau in derselben Form schon als Fibula bei den ältesten europäischen Völkern, und wenn wir unsere Altertumssammlungen durchwandern, drängt sich uns bei Betrachtung dieses unscheinbaren Gegenstandes die Wahrnehmung auf, daß wir in Rücksicht auf Schönheit der Form noch weit hinter der Gewerbthätigkeit des Altertums zurückstehen.

Als zu Anfang des 14. Jahrhunderts das mechanische Drahtziehen erfunden worden war, fiel eine sehr mühsame Vorarbeit weg, und das Nadelmachen konnte sich nunmehr zu einem fördersamen Geschäft gestalten. Die Heimat desselben in Deutschland und im Abendland überhaupt ist Nürnberg; hier finden sich zuerst um 1370 zünftige Nadelmacher erwähnt. Diese alten Nadler bildeten, ehe das durchschlagen oder bohren aufkam, das Öhr ihrer Nadeln dergestalt, daß sie das Drahtende breitschlugen, einen Mittelspalt hinein machten und die Enden der beiden Läppchen wieder zusammenklopften. Von den Nürnbergern lernten Franzosen und Engländer die Verfertigung der Näh- und Stecknadeln; bis über die Mitte des 16. Jahrhunderts bezogen letztere ihren Nadelbedarf teils aus Deutschland, teils aus Spanien. Um 1545 gab es in London einen Neger, der feine spanische Nadeln fertigte. Er wollte aber seine Kunst niemand zeigen, und so starb sie mit ihm wieder aus. Doch kam nicht lange darauf ein Deutscher und lehrte das Nadelmachen. Die Engländer haben das Gelernte gut angewendet, indem sie zuerst (seit 1650) den Großbetrieb der Nadelfabrikation ergriffen, die dazu nötigen Methoden und Maschinen erfanden und sich für längere Zeit zu den Weltlieferanten in diesem Artikel machten. Heute jedoch sind sie von deutschen Fabrikanten in der Güte der Ware völlig erreicht und in der Wohlfeilheit überholt. — Hauptsitze der Nadelindustrie sind Aachen und Iserlohn.

Auch in der Größe der Produktion nimmt Deutschland heute den ersten Rang ein. Iserlohn dürfte die meisten Nadeln herstellen und zwar in 13 Fabriken täglich etwa 12 Mill. Stück; Aachen, Altena, Schwabach und Ichtershausen zusammengenommen vielleicht dasselbe Quantum oder noch etwas mehr. England, Amerika, Belgien, Frankreich, Rußland und Österreich, wiederum zusammengenommen, dürften die deutsche Fabrikation kaum erreichen.

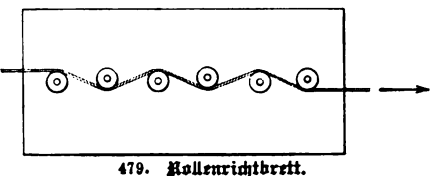
Die Nadelfabrikation ist einer von denjenigen Industriezweigen, bei welchen der Nutzen der Arbeitsteilung in der Vollendung und der Verbilligung der Ware am schlagendsten zu Tage tritt. Indem jeder Arbeiter nur einen ganz kleinen Abschnitt aus der ganzen Folgereihe der Fabrikationsarbeiten übernimmt und immer nur diese eine Arbeit ausführt, eignet er sich darin eine fast wunderbare Schnelligkeit und Akkuratesse an, und nur dadurch wird der niedrige Preis einer Nadel erklärlich, welche doch, ehe sie vollständig fertig wird, 80 bis 84 mal durch die Hand gehen mußte.

Das Material ist Stahl oder Eisendraht, wie wir ihn in der Beschreibung der Herstellung des Drahtes kennen gelernt haben. Die Wahl ist lediglich eine Preisfrage. Nadeln aus Stahldraht werden besser bezahlt als solche, welche aus Eisendraht gefertigt sind, obwohl letztere ebenfalls schließlich, wie wir sehen werden, aus Stahl bestehen. Und da das Wort „Stahl" ein sehr weiter Begriff ist, so kann es vorkommen, daß eine ursprünglich aus Eisendraht hergestellte Nadel besserer Qualität ist, als eine solche aus Stahldraht. Die Qualität ist auch hier, wie so oft, Vertrauenssache.



477. Stiftbrett zum richten. 478. Abschneiden von Hand.

Der Draht wird von der Zieherei in Bunden geliefert. Es ist daher die erste Aufgabe der weiteren Behandlung die, den durch das aufrollen gebogenen Draht gerade zu richten und auf Länge zu schneiden. Beides wurde früher durchweg und wird heute noch auf recht primitive Weise bewirkt. Ein Brettchen (Abb. 477) wird mit 5 bis 6 Stiften versehen, zwischen denen der Draht zickzackförmig hindurchgezogen wird. Dadurch wird der letztere scharf gespannt und außerdem nicht nur die Biegung der Rollung, sondern auch mancher Knick, den er erhalten haben mag, beseitigt. Der Draht wird hierbei so weit ausgezogen, wie es die Räumlichkeit gestattet, und zunächst in dieser Länge abgeschnitten. Der Arbeiter nimmt nunmehr ein Bündel von etwa 20 mm Dicke in die Hand, faßt aber gleichzeitig mit demselben das Maßholz — ein Stückchen Holz von der Länge der abzuschneidenden Enden — welches er an das Bündel hält, und schneidet den Draht dann mit einer mächtigen Schere an der betreffenden Stelle, in der Regel mit mehreren Zügen durch.



479. Rollenrichtbrett.

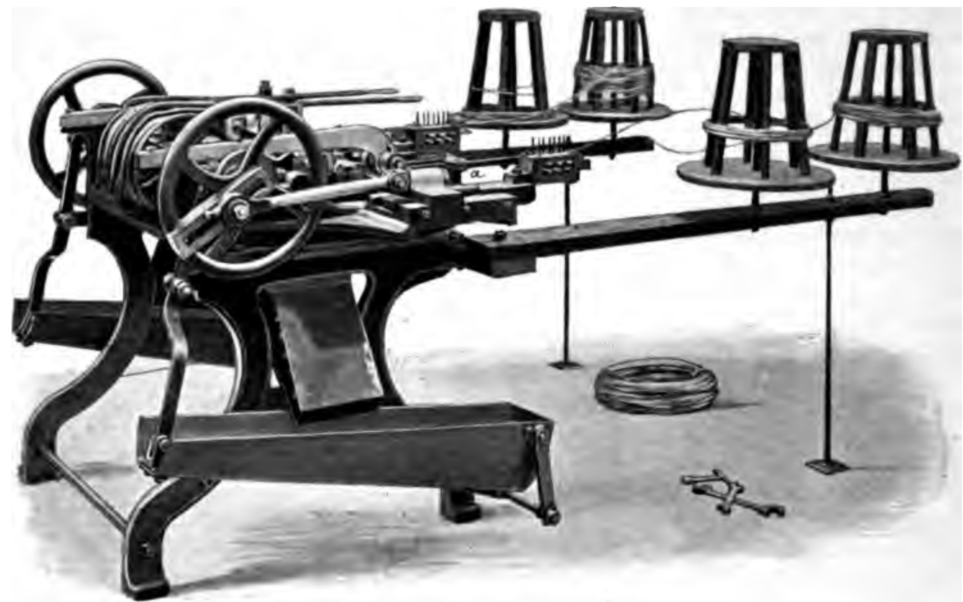
Diese Schere (Abb. 478) ist an den Ständer des Werktisches vertikal mit dem einen Schenkel befestigt und wird am anderen Schenkel durch das Knie des Arbeiters bethätigt, während derselbe das Drahtbündel mit beiden Händen an den Schneiden entlang, oder zwischen denselben herunterzieht. Bei stärkerem Draht sowie bei größeren Anforderungen in Bezug auf Genauigkeit — d. h. heute beinahe überall — tritt die Maschine an die Stelle der Handarbeit. Der Draht wird indessen hier einzeln behandelt. Er gelangt von der Rolle zunächst wieder in den Richtapparat, welcher nach demselben Prinzip, wie in Abb. 477 angegeben, eingerichtet ist. Zuweilen findet man auch das richten in zwei Ebenen durchgeführt, so daß also etwa auf das horizontale Brett, welches die zickzackgestellten Stiftchen trägt, ein vertikales folgt, so daß auch Knicke, welche senkrecht zur Ebene des ersten Richtbrettchens stehen, von demselben also nicht gefaßt werden würden, herausgebogen werden.

Statt der Stifte findet man auch Rollen (Abb. 479) angebracht. Beide, Stifte oder Rollen, verursachen beim durchziehen des Drahtes einen Widerstand, so daß derselbe gespannt wird, was das richten wesentlich befördert. Bei der in Abb. 480 vorgeführten Maschine ist die erstgenannte Einrichtung getroffen.

Das durchziehen geschieht mit Hilfe einer Zange a, welche die durch die Kurbel genau vorgeschriebene hin und her gehende regulierbare Bewegung macht: Die Zange bewegt sich vor, packt den Draht, zieht ihn bis zu der vorgeschriebenen Stelle heraus und läßt ihn dann frei. In diesem Moment aber wird der Draht von einem Paar Scher-

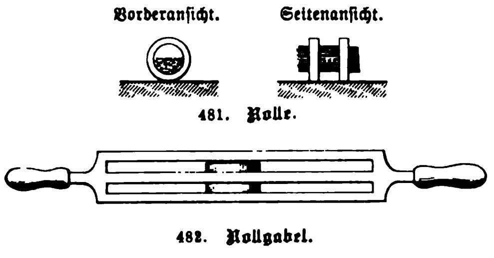
backen, deren Hebel b von einem Exzenter bethätigt wird, gefaßt, abgekniffen und fällt in den darunter stehenden Behälter.

Die auf die beschriebene Art bewirkte Richtung ist aber nicht genügend. Außerdem ist der Draht durch das ziehen hart geworden und muß behufs Durchführung der weiteren Operationen weich gemacht werden. Es folgt daher nunmehr ein Glüh- und Richtprozeß. Die Drahtenden werden in zwei eiserne Ringe (Abb. 481) gelegt, so jedoch, daß noch ein geringer Spielraum bleibt, und in den Ofen gestellt. Sobald eine gute Rotglut vorhanden ist, wird das Päckchen herausgenommen und mit Hilfe eines besonderen einem Wiegemesser ähnlichen Instrumentes gerollt. Dasselbe besteht (Abb. 482) aus drei etwas gebogenen und an den Enden vereinigten, mit zwei Griffen versehenen Eisenstangen, zwischen denen die beiden Ringe Platz haben. Dieser „Roller“ (Abb. 483) wird kräftig



480. Richt- und Schneidemaschine. (Zu S. 199.)

auf die Nadeln gedrückt und dabei hin und her bewegt. Die so dem Pakete erteilte Rollung setzt sich auf den ganzen Inhalt in der Weise fort, daß jede Nadel für sich zwischen den umgebenden rollt und gleichzeitig den Ort wechselt, so daß die zuerst außen befindlichen Nadeln nach innen und die inneren nach außen wandern, stets reibend und rollend. Dabei werden die krummen Stellen ausgedrückt, und die Nadeln verlassen schnurgerade die Ringe.



481. Rolle.

482. Rollgabel.

Die Länge der Drahtstücke, Schäfte genannt, entspricht der doppelten Nadellänge, so daß also aus je einem Stück zwei Nadeln gefertigt werden. Die Enden geben die Spitzen, und die Köpfe (Öhre) sollen in der Mitte gebildet werden.

Die Spitzen werden nun zuerst angeschliffen. Zu diesem Behufe nimmt der Arbeiter so viel parallel nebeneinander gelegte Nadeln zwischen die Finger, wie er eben bequem fassen kann, also etwa in einer Breite von 30 bis 35 mm. Dann hält er (Abb. 484) dieselben schlank an einen schnell rotierenden Schleifstein, sie fortwährend zwischen den Fingern hin und her rollend, bis die Spitzen die richtige Schärfe erhalten haben.

Auch diese Arbeit wird in unseren gut eingerichteten Nadelfabriken seit etwa 30 Jahren selbstthätig von der Maschine verrichtet. Die hierzu dienende überaus sinnreiche Vorrichtung

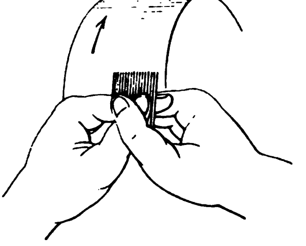
ist von dem Engländer Banks erfunden und etwa Anfang der sechziger Jahre in Deutschland von Carl Schleicher & Söhne in Schönthal eingeführt worden, denen es gelang, mit Hilfe hoher Unterstützung 15 Jahre lang unter damaligem patentrechtlichen Schutz zu arbeiten.

Die Maschine (Abb. 485) besteht aus zwei Teilen: der Speisevorrichtung und dem Schleifstein. Die erstere ist aus einer mit Leder überzogenen Scheibe a und einer sich derselben von unten her anschmiegenden Unterlage c zusammengesetzt, welche nur um Nadeldicke ansteht. Die Scheibe ist daher imstande, die auf der einen Seite aufgehäuften Nadeln unter sich fortzurollen und nach der anderen Seite hin zu spedieren, wo sie sich, wie in der Abbildung angedeutet ist, aufhäufen und dem Fortgang der Arbeit entsprechend fortgenommen werden, während immer neue Nadeln (Doppelnadeln, Schäfte), event. bereits auf der einen Seite angespitzte, auf der Speiseseite zugelegt werden.



483. Rollen der Nadeln.

Der Schleifstein b (Abb. 485) hat eine ungewöhnliche Form: er ist sehr breit und in der Mitte hohl, der Kreisführung der Nadeln entsprechend. Speisevorrichtung und Schleifstein sind nun so zu einander gestellt, daß die Schäfte den Stein zwar annähernd tangential verlassen (Abb. 487), aber etwas tiefer zum Stein anlaufen (Abb. 486), so daß sie zuerst kurz und erst im Verlaufe des schleifens schlank angespitzt werden. Dies recht kompliziert erscheinende Problem ist nun auf überaus einfache Weise dadurch gelöst worden, daß der Schleifstein etwas schräg zur Speisescheibe und den Schäften (Abb. 488) gestellt und in seine Höhenlage entsprechend ausgerichtet worden ist, so daß sie also von ihrer ersten Stellung, in welcher sie den Stein nur mit der Spitze stumpf berühren, die Höhlung entlang in die letzte Lage gebracht werden, wo die schlanke Spitze vollendet ist. — Diese Arbeit erfolgt trocken; die Spitzen erhitzen sich dabei sehr stark und laufen an. Die feinen Späne, welche der Stein in großen Mengen abschleudert, gelangen sogar in helle Glut, so daß die Arbeit unter einem dichten Funkenregen sich vollzieht und neben ihrem hoch interessanten Verlauf einen ebenso hübschen Anblick gewährt.



484. Anschleifen der Spitzen.

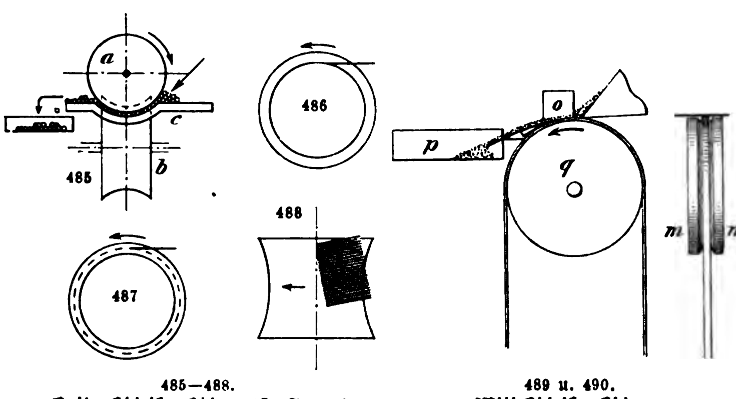
Die Nadeln sind nun mit den Enden fertig und müssen noch mit den Öhren versehen werden.

Dies geschieht durch stempeln, bedarf jedoch noch einer kurzen Vorbereitung. — Solch Nadelöhr muß nämlich ungemein glatt und sauber sein, schon damit der Faden sich glatt durchzieht. Würde man die Stempelung (Lochbildung) in dem Zustande vornehmen, in welchem die Nadeln den Schleifstein der Spitzenschleifmaschine verlassen, so würde man den daran befindlichen Zunder u. s. w. mit einpressen und so auch, namentlich

bei den feinen Gattungen, unter Umständen Schwächungen bewirken, die den leichten Bruch der Augen zur Folge haben könnten. Es muß daher die Mitte der Schäfte, wo die Öhre angearbeitet werden sollen, noch besonders geputzt werden, was von der hiernach benannten „Mitteschleifmaschine" besorgt wird. Die Speisung erfolgt hier (Abb. 489 u. 490) durch zwei langsam rotierende Scheiben m, n, auf welchen ein Aufsatz ruht, dem die Doppelnadeln vorgegeben werden und der um Nadeldicke von diesen Speisewalzen absteht. Durch diesen Spalt wandern die Nadeln unter einem Druckklotz o her nach links und gelangen dann in das zu ihrer Aufnahme bestimmte Gefäß p. Auf diesem Wege aber unterliegen sie der beabsichtigten Bearbeitung: zwischen den Scheiben m, n befindet sich noch eine dritte Scheibe q, auf welcher, durch eine darunter befindliche Gegenscheibe gespannt und angetrieben, ein schnell laufender geschmirgelter Riemen läuft, der die über ihm befindlichen rollenden Nadeln putzt, ihre Mitte schön blank reibt und ihnen so die gewünschte Vorbereitung erteilt. Abb. 491 zeigt den soeben erläuterten Aufsatz und 492 die ganze Maschine.

Nunmehr erst kann die Öhrbildung erfolgen. Hierzu führen wieder zwei Operationen: das stempeln (stampfen) und das lochen.

Zum stempeln dienen Stahlmatrizen, welche nach der Form der fertigen Nadel, aber natürlich doppelt angeordnet, vertieft ausgearbeitet sind, wie aus Abb. 493 und 494 ersichtlich ist; statt der Löcher wird indessen zunächst nur eine kräftige Verdünnung bezweckt. Von diesen beiden genau zu einander passenden Stempeln befindet sich der eine auf der Gesenkplatte einer Handpresse (Abb. 495) oder eines Hammers (Abb. 496), während der andere unten im Führungsstück oder am Bären angebracht ist. Die Presse dient für kleine, das Fallwerk für größere Nadeln. Früher bediente man sich einer einfachen, in Abb. 497 dargestellten Vorrichtung, bei welcher der Oberstempel durch eine Feder geführt und durch einen Hammerschlag aufgetrieben wird.



485—488. Spitzenschleifmaschine. (Zu S. 201.)

489 u. 490. Mitteschleifmaschine.

Genau ebenso wie das stempeln erfolgt das lochen. Die Matrizen haben genau dieselbe Form, sind jedoch oben mit zwei feinen Dornen und unten mit den entsprechenden Löchern versehen. Indessen geschieht das Lochen nur in selteneren Fällen unter dem Fallhammer, da meist die Handpresse hier genügt.

In dieser Weise ist die Öhrbildung bis Ende der sechziger Jahre überall erfolgt und noch heute selbst in gut eingerichteten Fabriken für gröbere Ware zu finden, in anderen wohl noch durchweg.

Seit jener Zeit aber hat die Nadelfabrikation einen ungeahnten Aufschwung genommen durch die Einführung der selbstthätigen Stempel- und Lochmaschinen (für Nähnadeln) von Kaiser in Iserlohn.

Friedrich Kaiser ist am 24. Juli (wie sich nach seinem Tode herausgestellt hat, während der Tag stets am 25. gefeiert wurde) 1831 zu Iserlohn geboren und kam bereits in frühen Jahren in Dortmund bei einem Schlosser und Hufschmied in die Lehre. Hier schon wurde durch Überanstrengung des jungen Körpers der Grund zu einem Leiden gelegt, welches die Thätigkeit des regen und strebsamen Menschen beschränkte und namentlich die letzten Lebensjahre in Verbindung mit mannigfachen Enttäuschungen verbitterte, sogar seinen Geist verdunkelte. Seine eigentliche technische Richtung dürfte Kaiser wohl in der Fingerhutfabrik von Ebekind, Letmathe, erhalten haben, wo er, nach noch anderen

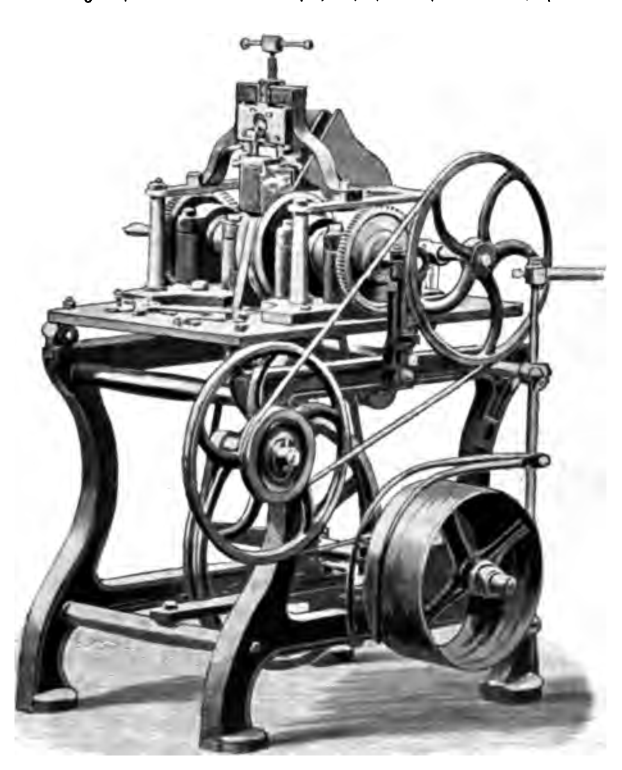
Werkstätten, namentlich mit der Herstellung der Werkzeuge beschäftigt war. Seit 1861 betrieb er eine eigene Werkzeugfabrik in Iserlohn und beschäftigte sich seit 1864 auch mit der Nähnadelfabrikation. 1867 baute er die erste Stampfmaschine. Abb. 498 stellt diese epochemachende Maschine mit ihrem Meister, der ganz ohne seine Absicht mit aufgenommen wurde, dar. — In den achtziger Jahren fügte er dieser überaus sinnreichen Maschine die derselben ebenbürtige Lochmaschine hinzu, welche beide nun eine völlige Umwälzung der Nadelfabrikation der ganzen Welt — die Fabrik liefert heute ihre Maschinen überall hin — hervorgebracht haben. Kaiser starb am 18. Mai 1897.



491. Aufsatz der Mittelschleifmaschine.

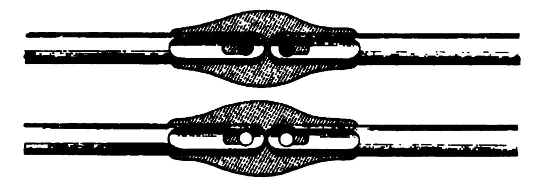
Die Stempel-(Stampf-)maschine besitzt (Abb. 499) eine Speisewalze a mit einem darüber befindlichen Trichter b. Die Walze ist mit Nuten versehen, so daß die Schäfte je ihren gesonderten Platz erhalten und bei der Rotation derselben einzeln herunterfallen. Zum auffangen dient eine feststehende Gabel c, welche für die genaue Lage, mitten vor dem Stempel d, sorgt, die noch durch einen jedesmal leise gegen die Spitze drückenden, in der Zeichnung nicht sichtbaren Schieber berichtigt wird. Gleich darauf schlägt der durch eine kräftige Feder getriebene Stempel e zu, worauf das Häkchen f die Nadel aus der Gabel heraus und in den Kasten wirft.

Die in Abb. 500 im ganzen und in den Abb. 501 bis 502 in ihren Einzelheiten näher dargestellte Lochmaschine von Friedrich Kaiser besitzt zur Speisung zwei parallele, gleichlaufende Schnecken, deren fein auslaufende Gänge, bei a, die dort durch die Arbeiterin aufgeschobenen Nadeln einzeln aufnehmen und nach rechts führen. In dem Moment, wo die Wirkung der Gänge aufhört, wird der Schaft von dem Haken eines Vorschiebers d ergriffen, ein kurzes Stück weiter geschoben und genau an die Stelle gelegt, wo sie der Lochstempel braucht. Dieser Vorschieber, d, erhält seine hin- und hergehende Bewegung von dem um a schwingenden Arm b aus. Damit er beim Rückgang die



492. Mittelschleifmaschine.

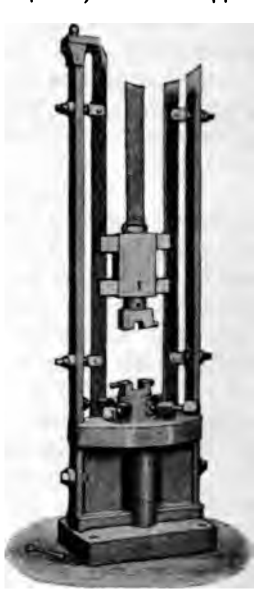
letzten Nadeln nicht wieder mitnimmt, wird er durch den mit auf gleicher Achse sitzenden Arm f vermittelst des Zahnrades g angehoben, welches letztere eine rechtzeitige Drehung macht. — Damit nun aber auch die seitliche Lage eine genaue wird, befindet sich unter den Nadeln, zwischen den Schnecken, eine scharfkantige Leiste (Abb. 502), welche zwischen die Nadelköpfe (Abb. 503) greift und ihnen die Führung gibt. Und um selbst die geringe Lockerung dieser Leiste zwischen den Köpfchen unschädlich zu machen, ist die erstere ein wenig schräg gestellt, so daß die Schäfte stets nach einer Seite hin gedrängt werden, die Leiste also immer anliegt. Jedem Vorschub der letzten Doppelnadel entspricht ein Stempelschlag, und gleichzeitig mit dem durch den Haken hervorgebrachten Vorschub mit Hilfe der Nase das fortschieben des vorher gelochten Schaftes, wobei derselbe in den untergestellten Kasten fällt. Die so erhaltenen Doppel-



493. u 494. Stempelung der Nadeln. (Zu S. 202.)



495. Handlochmaschine. (Zu S. 202.)



496. Fallwerk (Zu S. 202.)

nadeln werden nun behufs Entfernung des Grates aufgezogen. Es ist dies eine Arbeit, welche von Kindern als Hausarbeit geliefert wird. Zwei der Größe der Öhre entsprechende Drähte werden durch dieselben gezogen und so eine fischgratähnliche (Abb. 504) Form gebildet, in welcher die Nadeln an die Fabrik zurückgeliefert werden. Hier wird das Päckchen durchgebrochen, in eine hierfür zugepaßte Zange (Abb. 505) genommen und an einem Schleifstein durch entsprechendes hin- und herbewegen von dem Grat befreit.

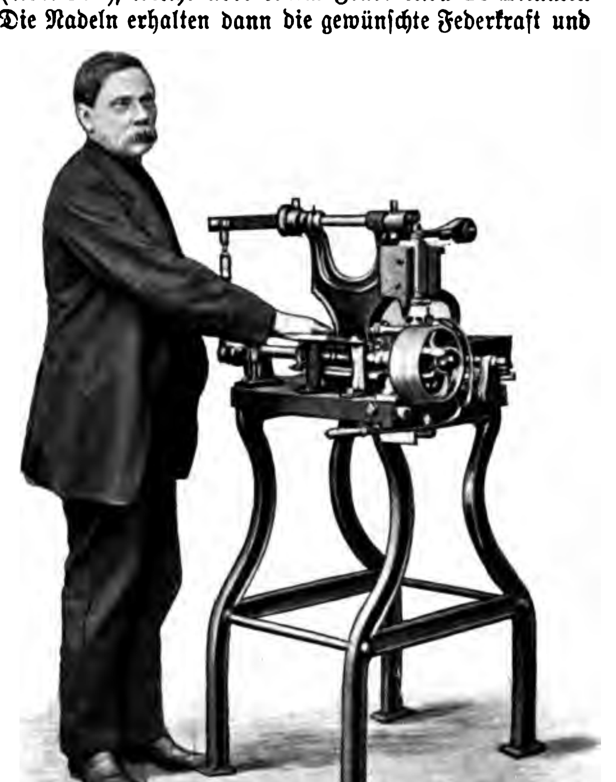
Die Nadeln haben nun ihre vollendete Form, aber noch nicht die erforderliche Härte. Sind dieselben aus Stahldraht gefertigt, so muß jetzt das härten erfolgen. Handelt es sich indessen um Eisendraht, so ist zunächst die Umwandlung desselben in Stahl erforderlich. Dies geschieht durch zementieren. Die Nadeln werden mit gemahlenem Klauenpulver, mit oder ohne Holzkohle, in eiserne eckige oder cylindrische Gefäße gepackt und in einem hierfür geeigneten Ofen, in der Regel in größerer Zahl, etwa 12 Stunden lang geglüht. Hierbei wandert der Kohlenstoff des Packungsmaterials in das Eisen und wandelt dieses zu Stahl um.

Bei dem Zementierprozeß, wohl auch schon bei dem verpacken der wenig widerstandsfähigen Nadeln findet ein mannigfaches verziehen, verbiegen, krümmen der Nadeln statt,

und es muß wiederum ein richten derselben vorgenommen werden. Dies geschieht in ähnlicher Weise, wie vor dem spitzen, durch rollen. Jedoch wird hier meist nur ein Ring genommen (Abb. 506), wogegen die Bahn eine vertiefte ist, so daß sich der Ring darin versenken kann, während die Nadeln mit ihren Enden auf dem Rolltisch liegen. Wieder wandert alles durcheinander, reibt, drückt sich gerade und verläßt den Ring in musterhafter Richtung.

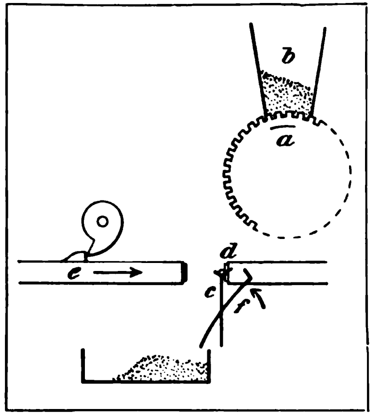
497. Stempelmaschine. (Zu S. 202.)

Dem richten folgt das härten. Die Nadeln werden mit Papier auf Bleche mit aufgebogenen Rändern gelegt, in gute Rotglut versetzt und in kaltes Öl geschüttet. Indessen sind sie nunmehr wieder zu spröde, um verwendet werden zu können. Sie müssen nachgelassen werden. Es geschieht dies in einer Trommel (Abb. 507), welche über einem Feuer etwa 10 Minuten lang hin- und hergedreht wird. Die Nadeln erhalten dann die gewünschte Federkraft und bedürfen nur noch des putzens. Dies ist eine recht mühsame Arbeit. Da man sie unmöglich einzeln von Hand putzen kann, was früher geschehen mußte, so muß zunächst wieder ein ordnen der wild durcheinander liegenden Nadeln, wie sie die Nachlaßtrommel verlassen haben, erfolgen. Dies geschieht durch das „schütteln" oder „schieben". Die Nadeln gelangen in einen flachen Kasten (Abb. 508), dessen Boden sie nur zum geringen Teil bedecken, und werden hier durch geschickte Bewegungen so lange hin- und hergerollt, geschüttelt, bis sie sich schön in Reih und Glied in der Ecke des Kastens zusammengefunden haben. Dann werden sie vorsichtig, um die Ordnung nicht zu stören, in kleinen Gruppen herausgenommen und in eine Leinwandbecke gelegt (Abb. 509), in der sie Schichten von der Dicke der Nadellänge bilden, die aneinander geschoben, schließlich sich zu einem liegenden Cylinder von etwa 10 cm Durchmesser und 35 bis 40 cm Länge gestalten. Zwischen die Nadeln wird dabei grobkörniger Quarzsand und feiner Schmirgel gestreut. Letzterer hat den Zweck, die Oberfläche der Nadeln zu polieren, und ersterer, die für ihn nötigen Lücken zu schaffen. Das Tuch wird nun zusammengeschlagen und in ein zweites, das Korsett, gelegt, welches mit eisernen Stäben von der Länge des Paketes, der Rolle, versehen ist, so daß diese das Ganze umgeben. Nach dem Schluß des Paketes wird mit Hilfe eines Dornes ein Loch seitlich hineingetrieben und mittels eines Trichters (Abb. 510) Petroleum hineingegossen, welches das Fett, das vom härten zurückgeblieben ist, aufzulösen hat. Die Pakete gelangen alsdann in größerer Zahl (Abb. 511) in die



498. Erste Stempelmaschine von Kaiser. (Zu S. 203.)

Rollbank (Scheuer-Anlage). Sie liegen dabei auf einem in der Abbildung erkennbaren gewellten Brett, welches einer langsam hin- und hergehenden Bewegung ausgesetzt wird, so daß die Pakete hin- und herrollen. Der hierbei erforderliche Druck wird durch belastete hölzerne Gewichts- oder Federwalzen ausgeübt. Hierbei wandern die Nadeln wieder, diesmal oft eine Woche lang, durcheinander, zwischen ihnen die groben Quarzkörner, welche die Lücken bilden für den Schmirgel; dieser verteilt sich fein durch den ganzen Inhalt des Paketes, reibt jeglichen Zunder von den Nadeln und gibt ihnen so die erste Politur.



499. Anordnung der heutigen Stempelmaschine. (Zu S. 203.)

Die zweite Politur erhalten die Nadeln im Rollfaß, einer ungefähr 60 cm weiten Trommel, welche mit den Nadeln und Sägemehl etwa ein Drittel gefüllt und 10 bis 15 Minuten lang gedreht wird. Diese Operation wird meist mehrmals vorgenommen und liefert die Nadeln hübsch blank und sauber ab, erteilt ihnen aber immer noch nicht den gewohnten Glanz. Die Nadeln haben noch ein bleiernes Aussehen. Um dieselben zunächst noch vom Sägemehl und den anderen putzenden Bestandteilen zu trennen, gelangen sie in einen eigentümlich geformten Korb (Abb. 512), in welchem die Trennung durch geschicktes schütteln bewirkt wird. Sie sammeln sich dabei als schwerste Bestandteile des Inhaltes in der Vertiefung an, während das Sägemehl sich oben abschütteln läßt; zwischen beiden häuft sich der Sand mit dem Schmirgel.

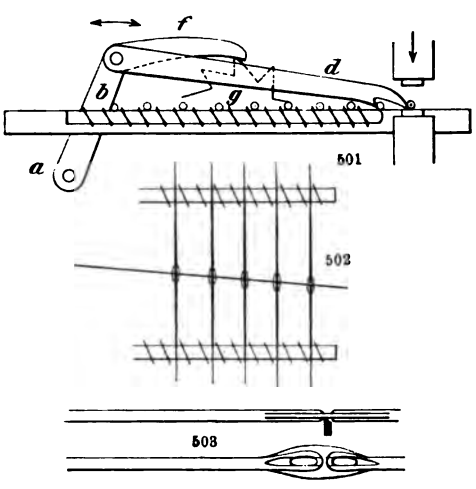

500. Lochmaschine. (Zu S. 203.)

Nunmehr folgt die Hauptpolitur. Dies wird ebenfalls durch eine Maschine bewirkt, welche aber wiederum ein ordnen der Nadeln verlangt. Und da das polieren an Spitze und Kopf getrennt erfolgen muß, so ist sogar ein ordnen der Nadeln in diesem Sinne notwendig. Dies wird nun in ebenso sinnreicher wie einfacher Weise auf folgendem Wege erreicht:

Die Nadeln werden zunächst, wie bereits einmal, parallel geworfen, auf dem Wege des uns bereits bekannten „Schiebens“ (Abb. 508), dann gelangen sie in den großen Arbeitssaal auf schmale Tische, wo sie schön nebeneinander gelegt und mit Hilfe eines Lineals an die Kante (Abb. 513) herangeschoben werden. Nunmehr werden sie vorsichtig immer weiter über die Kante hinausgeschoben, bis die schwereren Kopfenden überkippen. Es sondern sich also so die Nadeln, welche mit dem Kopfende der Kante zuliegen, selbst aus, während die in anderer Richtung liegenden auf dem Tisch liegen bleiben. In der Regel fallen die ersteren auch

schon gleich schön parallel herunter, so daß sie sofort in richtiger Ordnung ergriffen und den anderen zugesellt werden können.

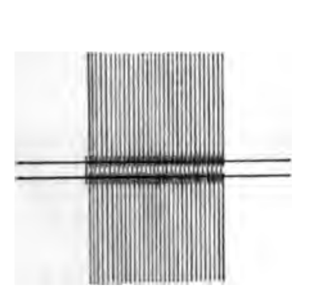
Nun endlich folgt das eigentliche polieren. Es geschieht dies in einer Maschine (eigenartigerweise auch Blaumaschine genannt), welche ähnlich eingerichtet ist wie die Spitzenschleifmaschine. Die Grundlage bildet wieder eine hyperbolische Walze, wie in Abb. 485. Das eine, arbeitende Ende ist mit äußerst fein geschmirgeltem Leder überzogen. Über dieser Walze läuft, etwas schräg gestellt, die Rollwalze, welche für die Zuführung und den weiteren Transport der Nadeln zu sorgen hat. Diese durchwandern, wie beim Spitzenschleifen, rotierend zwischen den beiden Walzen, und zunächst an der Spitze blitzblank poliert, den Apparat, um ihn bald darauf, umgekehrt eingelegt, in vollkommenem Putz endgültig zu verlassen.

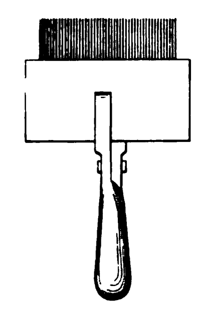


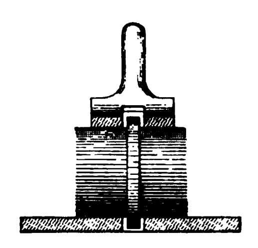
501 bis 503. Lochmaschine. (Zu S. 203 u. 204.)

Zur glatten Ausrundung des Nadelauges, um dem zerschneiden des Fadens vorzubeugen, dient das drillen (Abb. 515), eine sehr subtile Handarbeit. Auf ein dünnes Kupferblättchen werden etwa 52 Nadeln egal nebeneinander gelegt und auf dieser Unterlage, von beiden Daumen angedrückt, der Reihe nach gegen einen sehr rasch umlaufenden feinen Stahlbohrer gehalten, natürlich so, daß der Bohrer auch unfehlbar in jedes Öhr hintrifft. Die Arbeiter erlangen darin eine solche Sicherheit und Raschheit, daß der Blick des Zuschauers kaum zu folgen vermag.

Zur Ausarbeitung länglicher Nadelöhre ist eine Bohrspitze natürlich nicht das geeignete Werkzeug. Für diesen Zweck haben die Engländer ein anderes, recht sinnreiches Mittel gefunden, das übrigens auch für runde Öhre paßt. Man reiht nämlich eine Menge Nadeln auf dünne, harte Stahldrähte, die entweder kantig oder mit Feilen rauh gemacht


504. Aufziehen der Nadeln. (Zu S. 204.)

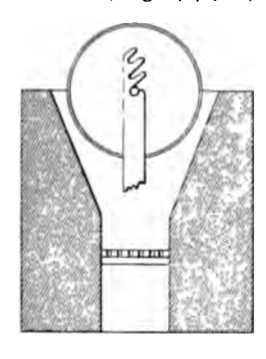

505. Zange zum Kopfschleifen. (Zu S. 204.)


506. Richten der Nadeln. (Zu S. 205.)

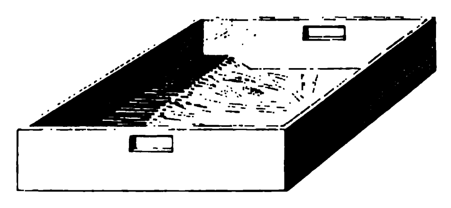
sind, und spannt sie in einen kleinen, schwingenden Apparat dergestalt, daß die Drähte etwa die Lage der Schaufeln eines Mühlrades haben. Die Drehung des Apparates in einer und derselben Richtung würde aber nicht viel bewirken; derselbe dreht sich vielmehr abwechselnd vor- und rückwärts und zwingt so die Nadeln zu allen möglichen Schwingungen und Überstürzungen; je toller, desto besser, weil eben hierdurch das allseitige Glattreiben der Öhre um so sicherer erreicht wird.

Manche Nadeln haben am Öhr eine blaue Anlauffarbe. Es ist dies mehr als ein bloßer Anputz; die Nadel ist an derselben Stelle noch einmal erhitzt worden, um sie etwas

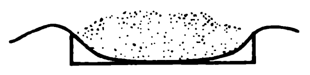
weicher und weniger brüchig am Öhr zu machen. Auch hierzu dient eine kleine Maschinerie. Die Nadeln gleiten auf den gekerbten Umfang eines eisernen Rades dergestalt, daß in jede Kerbe eine Nadel fällt und mit dem Öhrende über den Rand des Rades hervorsteht. Während dieses sich langsam dreht und ein mitlaufender Riemen die Nadeln auf eine Strecke des Umfangs festhält, passieren die Öhre einige schmale Gasflammen.



507. Trommel zum nachlassen. (Zu S. 205.)

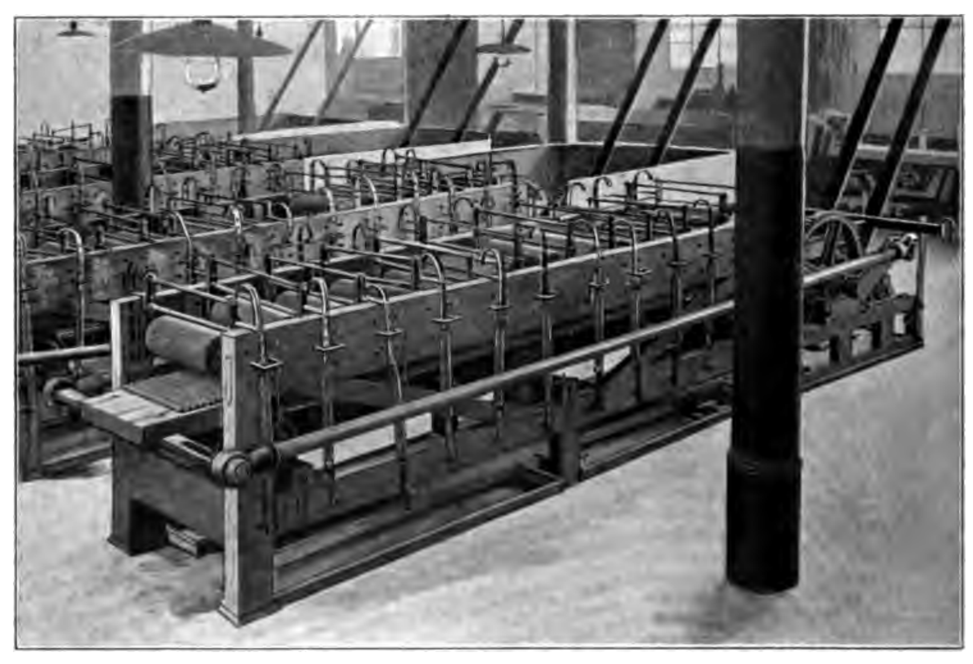


508. Schieben. (Zu S. 205.)



509. Rollpaket. (Zu S. 205.)

Von den nicht wenigen Nadeln, welche den harten Maßregeln ihrer Erziehung unterliegen, sind wenigstens nicht alle verloren, denn diejenigen, die nur am Öhre mangelhaft sind, werden in einen anderen Stand hinübergerettet, indem man ihnen auf dem Wege



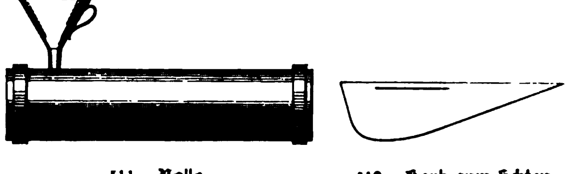
510. Rollbank. (Zu S. 205.)

der Glasbläserei schwarze oder farbige Köpfe ansetzt, so daß sie zu Trauer- und Schmucknadeln werden.

Hiermit ist nun die Fabrikation der Nähnadeln an sich zu Ende, und es kann die Verpackung erfolgen. Diese beginnt mit dem abzählen.

Wir gelangen in einen großen Saal, der wie ein Zeichensaal mit langen parallelstehenden Tischen ausgestattet ist, an welchen in regelmäßigen Entfernungen die

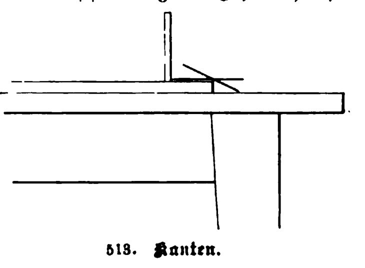
Arbeiterinnen sitzen. Wir treten an die Zähltische. Überrascht schauen wir zu. Daß man so schnell zu zählen vermag, haben wir nicht gewußt. Die Nadeln liegen parallel der Tischkante in einem langen Haufen vor der Arbeiterin und werden von dieser zunächst vorn säuberlich nebeneinander gelegt. Alsdann greift dieselbe mit der Spitze einer langen Nadel anscheinend wie zufällig hinein und trennt eine ganz bestimmte Anzahl, sagen wir 50, ab, die in ein an die Tischkante gehaltenes Schächtelchen fallen, anscheinend ungezählt, und doch stets in derselben Anzahl. Das ist aber kein zählen mehr, das ist taxieren mit unheimlicher Sicherheit. Wie das Huhn, ohne zählen zu können, sofort fühlt, wenn ein Küchlein fehlt, so fühlt die geübte Arbeiterin mit dem Auge, wo sie die Abtrennung erfolgen zu lassen hat.



511. Rolle. 512. Korb zum Richten.

Die mit einer bestimmten Anzahl gefüllten Schächtelchen wandern nun weiter, werden hier in Stanniol gehüllt, dort in das bekannte schwarze Papier geschlagen. Dann folgt das einbriefen, pressen, etikettieren und ordnen zu größeren Päckchen u. s. w., bis die Nadeln in die Welt hinauswandern dürfen. Und dieses unscheinbare, im Einzelgewicht gar nicht zu fühlende kleine Ding füllt Doppelwagen! Eine der bedeutendsten Nadelfabriken Deutschlands, Stephan, Witte & Co., Iserlohn, lieferte z. Zt. monatlich 7 bis 8 Doppelwagen Nähnadeln allein nach China. — 1 kg feinste Nähnadeln enthält ca. 5000 Stück zum Preis von 15 Mark einschl. Verpackung.

Die Nähnadelfabrikation hat in Deutschland ihren Sitz in Rheinpreußen (Aachen und Burtscheid), in Westfalen (Iserlohn und Altena), in Mittelfranken (Nürnberg und Schwabach) und in Thüringen (Ichtershausen). Zu den größten Fabriken in diesem Fache gehören Stephan, Witte & Co. in Iserlohn, Wolff und Knippenberg in Ichtershausen und Lamerіtz & Co. in Aachen; es arbeitet jede derselben mit etwa 60 Pferdestärken und gegen 500 Arbeitern. Die erstgenannte Fabrik produziert jährlich 350 Millionen Stück, die andere gegen 150 Millionen Stück Nähnadeln aller Sorten. Dieser Fabrikdistrikt und England zusammen werden sicher $^9/_{10}$ der gesamten Nadelfabrikation an den Markt bringen. — Aachen hat seinen Hauptabsatz in Frankreich, Norwegen und Deutschland; Iserlohn verkauft außer in Deutschland hauptsächlich in Rußland und Amerika. Überall im Auslande findet das Fabrikat volle Anerkennung und macht dem englischen erfolgreich Konkurrenz. In Deutschland selbst haben sich die feinen Aachener Nadeln das Alleinrecht errungen, und das ehemalige Bestehen des Publikums auf englische Nadeln ist einer richtigeren Würdigung der deutschen Ware gewichen. In den wohlfeileren Sorten besteht eine Konkurrenz zwischen England und Deutschland überhaupt nicht mehr, da die Engländer nicht für die deutschen Preise arbeiten können.



513. Kanten.

In England hat die gesamte Nähnadelindustrie, nachdem sie mehrmals umquartiert worden, ihren Sitz in der freundlichen, etwa 12000 Einwohner zählenden Landstadt Redditch aufgeschlagen, deren Name dadurch ebenso weltläufig geworden ist wie Sheffield und Manchester.

Haarnadeln, Strick- und Häkelnadeln.

Die hier durchzuführenden Operationen lehnen sich streng an das bei der Herstellung der Nadeln kennen gelernte an. Die Arbeit beginnt mit dem richten und auf Länge schneiden, wobei dieselben Maschinen oder Vorrichtungen in Anwendung kommen, wie bei den Nadeln. Ein härten, anlassen und nochmaliges richten findet bei den Haarnadeln nicht statt, da die Schäfte, wie die in doppelter Länge zugeschnittenen Drahtstücke

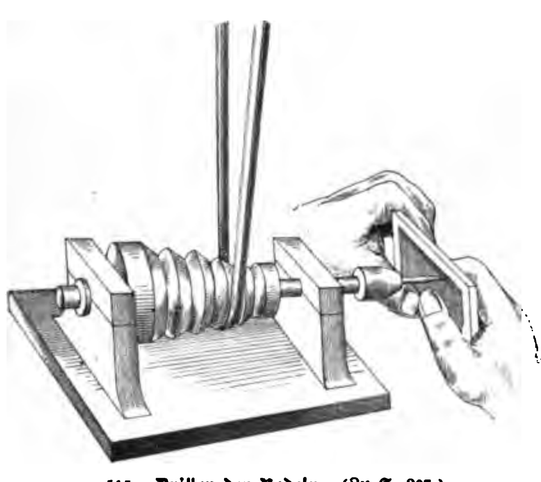
auch hier wohl genannt werden, für diesen Zweck von der genannten Maschine genügend gerade geliefert werden. Dagegen pflegt man dieselben vor der weiteren Behandlung anzulassen, wodurch sie die bekannte blaue Farbe der Haarnadeln und neben dem gefälligeren Aussehen auch einen Schutz gegen rosten erhalten. Zu diesem Behufe werden dieselben zu ringförmigen Paketen vereinigt, indem sie (Abb. 516) um ein Blechrohr herum in zwei eiserne Ringe gepackt werden. Solche Pakete werden in größerer oder geringerer Anzahl, je nach der Ausdehnung der Fabrikation, in den Ofen gestellt, und zwar aufrecht und so, daß die heißen Gase von unten durchdringen oder durchströmen können. Zu diesem Behufe stellt man sie auf grobe Siebe oder rostartige Flächen, welche den Gasen den Zutritt zum Inneren, auch zwischen die Nadeln, gestatten. Der Sauerstoff der Ofenluft genügt, um die leichte Oxydierung zu veranlassen; es bildet sich eine feine Schicht zuerst mit gelber Farbe, die an Stärke zunimmt und dabei über Orange, Rot und Violett in Blau übergeht. Sobald diese Farbe einzutreten beginnt, werden die Pakete herausgenommen und in Öl entleert, wobei noch ein leichtes nachlaufen, eine dunklere Färbung stattfindet.



514. Formpoliermaschine.

Die Nadeln, Schäfte, müssen nun entfettet werden, was durch Trommeln mit Sägemehl bewirkt wird. Dann werden sie in der uns bekannten Weise geschüttelt und dadurch geordnet, um für die weitere Behandlung vorbereitet zu sein.

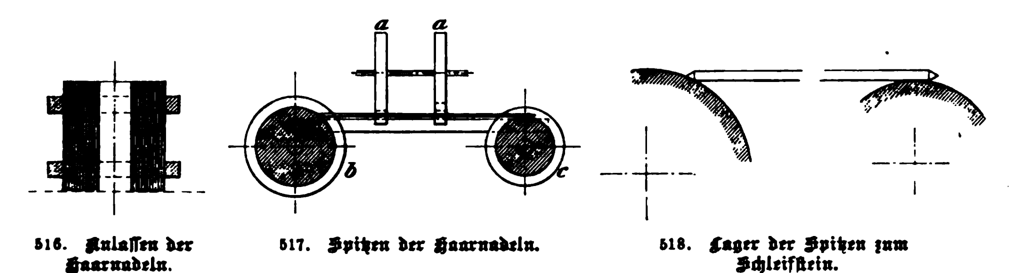
Es folgt nun das anspitzen. Die hierzu dienende Einrichtung entspricht ihren Bestandteilen nach genau der Nadelspitzmaschine (Abb. 485), enthält also (485 u. 517) die Speisewalzen a, welche die ihnen vorgelegten Nadeln rollend dem zur Aufnahme der fertigen Nadeln bestimmten Gefäß zuführen, und den Schleifstein b, welcher die rollenden Spitzen bearbeitet. Dieses anspitzen bleibt indessen auf dem ersten Stadium stehen, liefert also nur



515. Drillen der Nadeln. (Zu S. 207.)

eine stumpfe, etwa rechtwinkelige Spitze, wie aus der Abb. 517 links leicht zu erkennen ist. Eine solche Maschine ist in der Abb. 519 dargestellt.

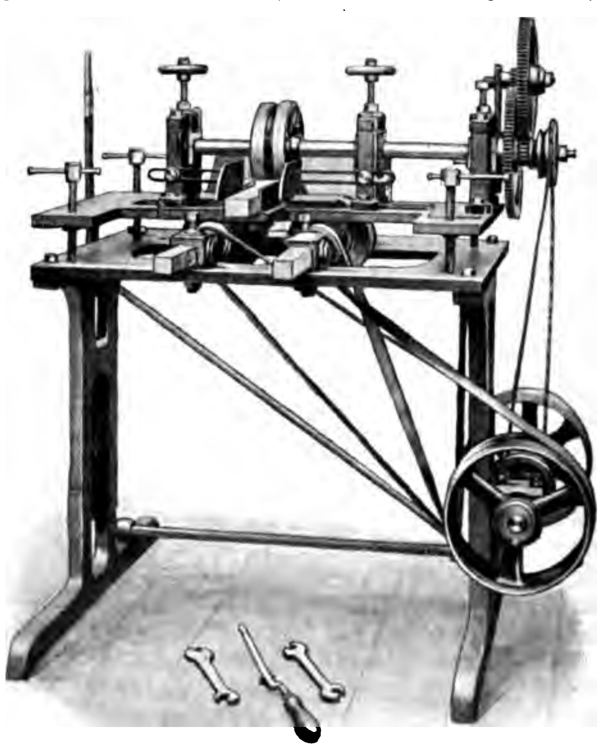
Häufig wird mit dem anspitzen auch ein verzierendes anschleifen kurz vor der Spitze verbunden. In diesem Falle wird noch ein zweiter Schleifstein (Abb. 517c) in Thätigkeit gesetzt, der aber tiefer angeordnet ist, so daß die Nadeln, ihn leicht berührend, darüber hin-



516. Anlassen der Haarnadeln. 517. Spitzen der Haarnadeln. 518. Lager der Spitzen zum Schleifstein.

rollen. Diese beiden verschiedenen Stellungen der Spitze zu den Steinen sind in der Abb. 517 etwas deutlicher dargestellt.

Da die Nadeln zwei Spitzen haben, so müssen sie nach dem ersten Durchgang umgedreht und noch einmal aufgegeben werden. Bei manchen Haarnadeln folgt nunmehr das kräuseln (Abb. 520), welches den Zweck hat, sie fester im Haar sitzen zu lassen. Es geschieht dies entweder nach dem biegen durch pressen zwischen zwei hierfür entsprechend vorgerichteten Flächen oder durch rotierende Walzen (Abb. 521), zwischen denen die Enden parallel den Walzenachsen durchgeführt werden. Auch hat man andere Vorrichtungen erdacht, welche mehr für Massenbearbeitung bestimmt sind. Nunmehr folgt die event. letzte Behandlung vor dem verpacken, das umschlagen oder biegen. Die Nadeln werden, schön nebeneinander geordnet, auf eine Rinne, a (Abb. 522), gelegt und durch einen niedergehenden Stempel, b, durchgebogen (Abb. 523). Auch verwendet man Umschlagemaschinen, wie sie in der Klempnerei verwendet werden. Die Nadeln werden hier (Abb. 524 u. 525) zwischen die beiden Leisten m und n gebracht und durch drehen der Leiste p gebogen.



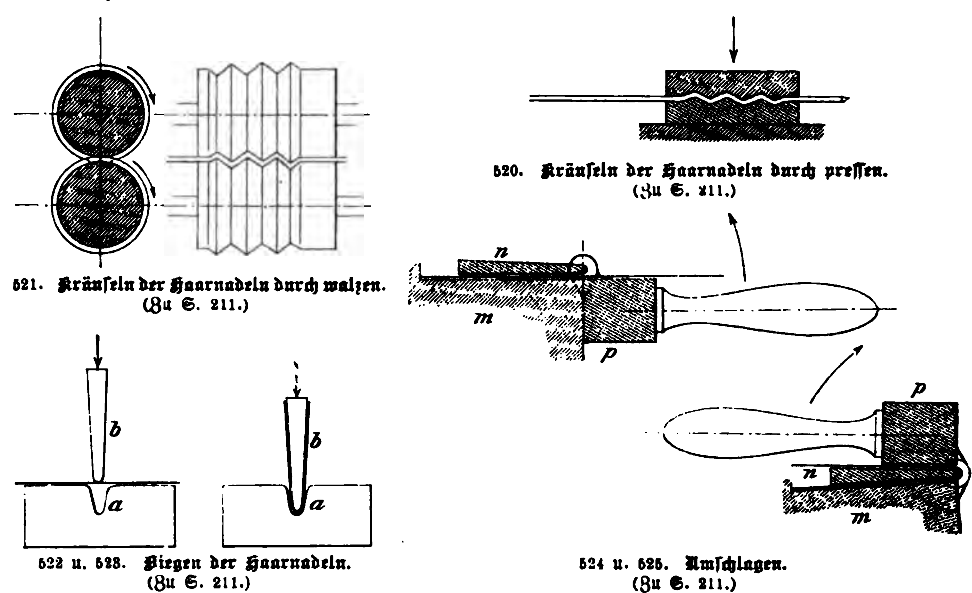
519. Haarnadelspitzmaschine.

Mit dem Spitzenschleifen der Haarnadelschäfte ist auch alles gesagt, was über die Herstellung der Stricknadeln zu sagen ist, abgesehen von dem richten und härten, welches wieder der Behandlung der Schäfte der Nähnadeln entspricht. Die Stricknadel gehört bis zum spitzen der Herstellungsweise der Nähnadel und in Bezug auf das

27*

spitzen der Haarnadel an, wird also gerollt, gehärtet und gescheuert wie die erstere. Auch beim spitzen werden häufig zwei Steine gleichzeitig verwendet, von denen der eine die kurze Spitze anschleift, während der andere den Schaft von dieser Spitze schlanker gestaltet, also unmittelbar hinter der Spitze und schärfer angreift, wie es der in der Abb. 518 dargestellten Form derselben entspricht.

Die Häkelnadel oder der Häkelhaken ist von allen diesen Artikeln noch am meisten der Handarbeit verblieben, indem die Haken einzeln vom Arbeiter eingefeilt werden müssen. Es geschieht dies vor dem härten nach sonstiger Fertigstellung, die, soweit der Schaft nicht profiliert ist, genau der der Stricknadel gleicht. Nadeln mit profilierten Schäften erfordern eine Schlag- oder, wie man auch sagt, eine Stampfarbeit und einen Schnitt, wovon die erstere das Profil liefert und der zweite den dabei gebildeten Grat entfernt. Bei einfachen, wenig geschwungenen Profilen kann der Grat durch schleifen von der Hand entfernt werden. Solche Formen können auch unter Umgehung des stanzens eingerollt werden.



520. Kräuseln der Haarnadeln durch pressen. (Zu S. 211.)

521. Kräuseln der Haarnadeln durch walzen. (Zu S. 211.)

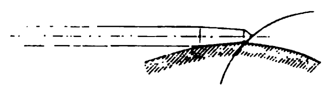
522 u. 523. Biegen der Haarnadeln. (Zu S. 211.)

524 u. 525. Umschlagen. (Zu S. 211.)

Fabrikation der Stecknadeln.

Wie stark die aktive Armee der kleinen nützlichen Stecknadelmännchen wohl sein möge, hat selbst noch kein Engländer aufzusummieren versucht. Die Zahl müßte schier unaussprechlich sein, wenn wir bedenken, welche Massen die Ersatzkommissionen, die Nadler oder Nadelfabriken, alljährlich nur als Nachschub liefern, um die Armee vollzählig zu erhalten, deren Abgang allerdings groß ist; denn es gibt ja für die Stecknadel fast ebenso mannigfache Arten und Gelegenheiten, die Existenz einzubüßen, wie für den Menschen selbst.

Das Stecknadelmachen ist wie das der Nähnadeln eine alte, ursprünglich deutsche Industrie, die sich, wie so manches andere, an die erfinderische und gewerbfleißige Stadt Nürnberg knüpft. Das Technische dabei hat sich seit 1680 oder 1690, um welche Zeit die Wippe erfunden wurde, im wesentlichen nicht geändert, soweit überhaupt die alte Industrie mit Handbetrieb noch besteht. Der Stoff zu Stecknadeln ist fast immer Messingdraht; doch finden auch eiserne Nadeln, die schließlich blau angelassen oder mit Öl in der Hitze geschwärzt werden, als Trauernadeln einige Verwendung. Der Draht verlangt häufig eine Vorbearbeitung, um ihn härter zu machen, als er von den Drahtmühlen geliefert wird: man nimmt ihn nämlich etwas stärker,



526. Anschleifen der Stricknadeln.

als die Nadeln werden sollen, und zieht ihn auf einem Handzuge (Handleier) noch durch einige Zuglöcher. Von dieser Vorarbeit abgesehen, ist die erste Handhabung das geraderichten des aufgewundenen Drahtes, auf dem uns bereits (Abb. 477) bekannten Wege. Ist der Anfang eines Drahtringes zwischen die Stifte eingelegt, so faßt ihn ein Arbeiter mit der Zange und zieht eine Strecke von etwa 20 Schritt heraus, kneipt dann kurz vor den Stiften ab und fährt so fort, bis alles in gleichlange, gerade Stücke verwandelt ist. Letztere werden nun in Bündeln von 100 und mehr Drähten zusammen ganz in derselben Weise unter Anwendung von Längenmodeln zerschroten, wie dies bei der Nähnadelfabrikation stattfindet, und zwar gewöhnlich ebenfalls in Stücke von doppelter Nadellänge. Hierbei kann Maschinenkraft förderlich sein, doch geht das zerschneiden nach der hergebrachten Art auf der mit dem Fuße getretenen Stockschere auch flott genug. Der Arbeiter kann etwa sechs Schnitte in der Minute machen und stündlich 30—50000 Doppelschäfte liefern. Das anspitzen dieser letzteren auf beiden Seiten und nachherige halbieren ist auch eine uns schon bekannte Arbeit; nur geschieht hier das schleifen nicht auf Sandsteinen, sondern auf schnell rotierenden Stahlscheiben (Spitzringen) von 12—15 cm Durchmesser, die auf ihrem Umfange mit Feilenhieb versehen sind. Für feinere Nadeln hat man auf derselben Welle wenigstens zwei Spitzringe mit verschiedenem Hieb, zum grob- und feinschleifen. Gleichzeitiges bearbeiten von etwa zwei Dutzend Nadeln unter beständigem drehen zwischen den Fingern findet hier ebenso wie bei den Nähnadeln statt, und das Geschäft ist ebenso ungesund oder noch verderblicher durch den auftretenden Schleifstaub, den man daher durch blasebalgartige Vorrichtungen möglichst zu beseitigen sucht. Aber die feinsten Messingstäubchen finden doch ihren Weg in die Lungen und in den ganzen Körper und untergraben die Gesundheit; ja die Wirkung ist so tiefgreifend, daß die Haare der Zuspitzer sich mit der Zeit deutlich grün färben.

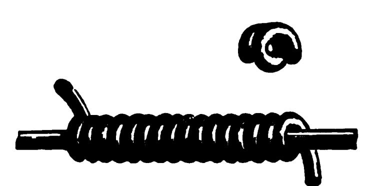


527. Drillen der Nadeln.

Spinnen der Kopfspirale. Das der Stecknadelfabrikation Eigentümliche ist die Art, wie ihnen nunmehr ein Kopf aufgesetzt wird. Derselbe besteht, wie leicht zu ersehen, aus ein paar fest anliegenden Windungen eines dünneren Drahtes, und es gilt zunächst, diese Gewinde zu erzeugen. Ein großes, mit Kurbel und Schnur versehenes Rad treibt ganz in der Weise des Spinnrades eine kleine Spindel rasch um. Von letzterer ragt ein ²/₃—1 m langes Stück Messingdraht, von derselben Dicke wie die betreffende Nummer der Stecknadeln, als Verlängerung heraus und macht die Drehung mit. Es ist dies die Kopfspindel, und sie ist dazu da, den für die Nadelköpfe bestimmten Draht in einer dicht gedrängten Spirale sich aufwinden zu lassen. Der Kopfdraht, der weich und geschmeidig sein muß, wickelt sich von einer Spule ab und auf die Kopfspindel auf, nachdem der Anfang desselben an dieser fest gehakt worden. Die frei herausragende Kopfspindel bedarf

aber hierbei auch für das freie Ende einer Auflage; der Arbeiter bedient sich dazu eines in der Hand geführten Klötzchens, das zwei Stifte und eine Öse hat. Zwischen die Stifte kommt die Spindel zu liegen, und durch die Öse läuft der aufzuwindende Draht. Hiernach dient dieses sogenannte Klopfholz zugleich zur egalen Aufleitung des Drahtes, so daß Gewinde sich an Gewinde legt, und wird zu diesem Zweck vom Arbeiter in angemessener Geschwindigkeit von dem festen Ende der Spindel bis zum freien hingeführt, wobei schon der sich aufwickelnde Draht selbst einen Antrieb gibt. Die Arbeit hat sonach in ihrem Ansehen etwas Seilermäßiges und heißt auch das spinnen. Es geht aber dieses vollwickeln des Drahtes so rasch, daß eine Person in der Stunde die Gewinde zu 36000 Nadelköpfen herstellen kann. Übrigens erfolgt die Herstellung von Drahtspiralen in derselben Weise auch bei anderen Industriezweigen, z. B. bei Anfertigung von Hosenträgerfedern, und es gibt für dieses spinnen auch selbstthätige Maschinen, die mit mehreren Spindeln zugleich arbeiten.

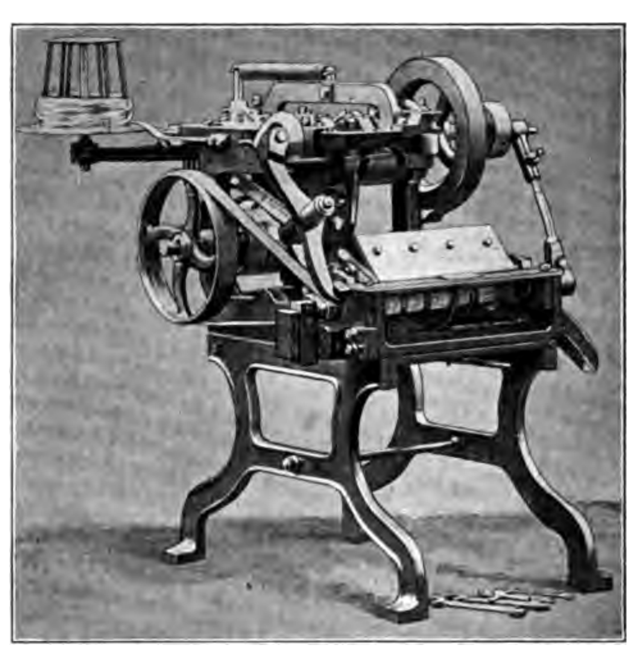
Die von den Spindeln abgezogenen Spiralröhrchen werden nunmehr auf einer kleineren und feineren Stockschere, wieder zehn und mehr Stück auf einmal, in kurze Stückchen geschnitten, deren jedes einen Nadelkopf gibt (Abb. 528 u. 529). Die Kunstfertigkeit besteht hier darin, daß jeder Abschnitt nicht mehr und nicht weniger als zwei Windungen hat, und außerdem in der außerordentlichen Geschwindigkeit, daher denn auch ein solcher Kopfabschneider 20—40000 Stück in der Stunde expediert. Um das nun folgende anköpfen zu erleichtern, werden die Abschnitte gewöhnlich durch ausglühen noch mehr erweicht.



528 u. 529. Kopfspiralen.

Anköpfen. Die letzte Hauptoperation bildet die Vereinigung des Nadelschaftes mit dem Kopfe, das anköpfen, auf der Wippe, die eine Art kleines Fall- und Prägwerk vorstellt. Auf einem soliden Tischchen oder Holzklotz ist ein kleiner stählerner Würfel befestigt, in dessen Oberfläche ein rundes Grübchen für den Kopf und eine Kimme zur Aufnahme des Schaftes der Stecknadel eingepunzt ist. Dies ist der Unterstempel der Wippe, und das Gegenstück hierzu, ein ebensolches stählernes Klötzchen, enthält ebenfalls ein halbkugeliges Grübchen, das auf jenes erstere genau paßt und mit ihm zusammen die Hohlform bildet, in welcher dem Stecknadelkopf Halt und Gestalt gegeben werden soll. Dieses zweite, den Oberstempel ausmachende Stück sitzt natürlich unten an dem beweglichen auf und nieder gehenden Teile des Apparates, welcher aus einer senkrechten, in Führungen gleitenden Stange besteht, die in der Gegend ihrer Mitte mit einem Bleikugelgewicht von 4—6 kg beschwert ist. Durch einen Fußtritt oder Steigbügel mit Schnurenzug hat der Arbeiter diesen beweglichen Teil in der Gewalt; durch niedertreten geht derselbe in die Höhe und fällt beim nachlassen durch die eigene Schwere. Die Schläge können so schnell erfolgen, weil die ganze Hubhöhe beim arbeiten noch keinen Zoll beträgt. Dies ist nun die Wippe, an welcher selbst Mädchen und Knaben arbeiten können. Der Arbeiter hat eine Partie angespitzte Schäfte und Kopfringel vor sich; er nimmt einen der ersten, fährt mit der Spitze in den Haufen der letzteren, spießt einen derselben auf, schiebt ihn sogleich nach dem Kopfende hin, legt, indem er durch einen Druck auf den Tritt den Oberstempel hebt, die Nadel in die kleine Versenkung des Unterstempels und gibt rasch vier bis sechs Schläge, wobei er der Nadel jedesmal eine Wendung gibt. Die Nadel wird nämlich bei dieser Bearbeitung nicht aus der Hand gelassen; sie steht mit der Spitze so weit heraus, als zum halten nötig ist, denn die Arbeitsfläche des kleinen Ambosses oder Unterstempels beträgt, wie die seines Gegenstücks, nur etwa 9 mm im Quadrat. Durch die Zusammenstauchung des weichen Drähtchens in der Hohlform der Wippe bekommt der Kopf der Stecknadel einen festen Halt. Zur Befestigung trägt auch der scharfe Bart etwas bei, der durch den Scherenschnitt am Schafte entstanden ist und nun in die Masse des Kopfes mit eingearbeitet wird. — Ein geübter Arbeiter kann per Tag 10—15000 Nadeln anköpfen.

Nachdem die Nadeln mit Köpfen versehen und sonach in der Form vollendet sind, müssen sie jedenfalls von Schmutz und Anlauf befreit und wieder blank **gebeizt** werden, was durch kochen mit Weinsteinlösung oder sehr verdünnter Schwefelsäure bewirkt wird; auch bringt man sie wohl mit der Beizflüssigkeit zusammen in eine Drehtonne und unterstützt so die Wirkung der Beize durch mechanisches scheuern. Die gebeizten und mit reinem Wasser sorgfältig wieder gewaschenen Nadeln läßt man entweder gelb an oder gibt ihnen schließlich, was in den meisten Fällen geschieht, eine Verzinnung durch das sogenannte **weißsieden**. Die völlig rein gebeizten Nadeln werden zu diesem Ende mit Wasser in einen kupfernen, inwendig verzinnten Kessel gebracht, eine gewisse Portion Weinstein und fein gekörntes Zinn oder Zinnspäne, auch wohl mit einem Anteil Zinnsalz, zugegeben und das Ganze so lange, etwa $1^1/_2$—2 Stunden, gekocht, bis die Nadeln durch einen Überzug von Zinn schön weiß geworden sind. Die weinsaure Salzlösung nimmt hierbei einen Anteil von Zinn in sich auf, das sich aber durch Austausch gleich wieder auf das Messing niederschlägt, in derselben Weise, wie blankes Eisen, in eine Lösung von Kupfervitriol getaucht, sich augenblicklich mit einem Kupferhäutchen überzieht. Die weißgesottenen Nadeln werden gut gewaschen, durch schütteln mit Sägespänen oder Kleie getrocknet, von dem Trockenmittel durch sieben, schwingen oder eine Windfege wieder getrennt, schließlich auch wohl in einer Lauftrommel mit Kleie noch etwas poliert.



580. Universal-Stecknadelmaschine. (Zu S. 216.)

In niederrheinischen Fabriken werden seit einiger Zeit die Nadelköpfe aus Zinn an die Schäfte angegossen. Hundert Schäfte, deren Kopfenden mit einem Schlage rauh gezwickt werden, sind in eine Zange gespannt, welche zugleich Gießform bildet und in welche das flüssige Zinn eingegossen wird. Die Grate werden auf einer Schleifmaschine beseitigt.

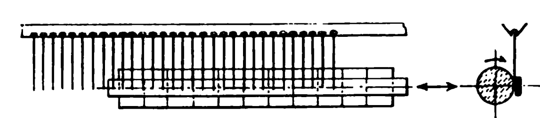
Einbriefen. Die Stecknadeln erscheinen im Handel entweder in ungeordneten Massen, wie die Nägel, und werden dann nach Gewicht verkauft, oder sie sind als Briefnadeln in gewisser Zahl und Ordnung auf Papier gesteckt. Dieses einstecken besorgen Kinder, und die einfache Arbeit wird durch einige Hilfsmittel noch bedeutend bequemer gemacht. Das Papier wird von besonderen Arbeitern in die gehörigen Falten gelegt, entweder durch brechen über eine scharfe Kante und streichen, oder mehr maschinenmäßig durch einen kleinen Falzapparat; dann kommt es zwischen eine Art Klemme, die auf dem Arbeitstische in horizontaler Lage angebracht ist und hier durch Federdruck in der gehörigen Lage gehalten wird. Das Papier steht hierbei, mit dem Rücken der gebrochenen Falten nach dem Arbeiter zu gerichtet, etwas aus der Klemme hervor, und die Nadeln werden nun entweder ohne weiteres durchgestochen, oder das Papier wird vorher durchlöchert mittels eines Kammes mit stählernen Spitzen, der gleich eine ganze Reihe Löcher in der bestimmten Ordnung einsticht. Damit aber das Kind weder die vorgestochenen Löcher, noch, wo diese nicht gemacht werden, die richtigen Stellen für die

einzustoßenden Nadeln zu suchen braucht, ist der obere linealförmige Teil der Klemme mit eingefeilten Kerben versehen, von der Stellung und Zahl, welche die Nadeln haben sollen, und es ist somit nichts nötig, als durch jeden der kleinen Schlitze hindurch eine Nadel ins Papier zu führen. Der kleine Arbeiter sorgt immer, daß er eine ziemliche Anzahl Nadeln zugleich in Händen hat; und um solche von dem wirren Haufen weg, den er auf dem Schoße liegen hat, gleich geordnet zu bekommen, bedient er sich eines geraden Hornkammes, in dessen Zinken er ein paar Griffe Nadeln einschlägt, wobei dann die mit den Köpfen nach oben gerichteten hängen bleiben und mit Fingern abgestrichen werden.

Maschinen. In England und einzeln in Deutschland (z. B. Riebel & Müller zu Mühlhausen in Thüringen) hat man Maschinen, die ganz selbstthätig den in Rollen aufgegebenen Draht zu Stecknadeln verarbeiten, also das abschneiden, anspitzen und anköpfen jedes einzelnen Stückes rasch hintereinander vollführen. Die Bildung der Köpfe kann hier nicht in der alten Weise geschehen, sondern der Kopf bildet mit dem Schafte der Nadel ein Ganzes; der letztere hat selbst die Masse dazu liefern müssen, mit einem Worte: die Köpfe sind angestaucht. Köpfe dieser Art sind nie ganz rund, sondern entweder langrund oder stumpf birnenförmig, so daß sie sich einigermaßen den Köpfen gewisser Nagelsorten nähern.

Einen sehr guten Ruf genießt die Universal-Stecknadelmaschine des uns bereits bekannten Friedrich Kaiser in Iserlohn.

Diese Maschine (Abb. 530) empfängt den in üblicher Weise aufgespulten Draht und liefert die fertigen Nadeln ab, bildet also wohl das vollkommenste, was auf diesem Gebiete zu finden ist. Sie besteht aus den uns bekannten Einrichtungen zum spannen und auf Länge schneiden, dem in der modernen Fabrikation das kopfmachen folgt. Dies geschieht in drei Stufen. Die Form des Kopfes ist dabei, wie bereits erwähnt, nicht die bisher besprochene kugelartige, sondern mehr gedrückt, woran diese Art Stecknadeln sofort von den oben besprochenen älterer Art zu erkennen ist. Dann wandern die Nadeln, wie aus Abb. 531 zu erkennen ist, mit Hilfe einer schrägen, aus zwei Blechstreifen gebildeten v-förmigen, unten offenen Rinne zur Schleiferei. Dieselbe ist in Abb. 532 besonders skizziert und besteht eigentlich nur aus der Fortsetzung dieser Rinne und einer langen Walze, die aus stählernen Ringen zusammengesetzt ist. Diese sind wie feine Feilen gehauen und gehärtet, bilden also eigentlich keine Schleifwalze, sondern eine Feilwalze. An diese Walze werden die davorhängenden Nadeln mit ihren Enden durch eine Schiene angedrückt, welche eine seitliche Bewegung ausführt und so die Nadeln in eine rollend vorschreitende Bewegung versetzt, unter deren Einwirkung die Spitzen von der Feilwalze mit ihrer vollkommenen Rundung angearbeitet werden.


531 u. 532. Schleifen der Stecknadeln.

In England ist man übrigens zu einer anderen Fabrikationsweise übergegangen, indem man es zweckmäßiger fand, das schneiden und das spitzen gänzlich nach alter Art durch Handarbeit zu verrichten und nur schließlich das aufstauchen der Köpfe einer nunmehr sehr vereinfachten Maschine zu übertragen; dieses Verfahren, welches gegenwärtig in den englischen Stecknadelfabriken ziemlich allgemein geworden ist, rechtfertigt sich durch die Beobachtung, daß gerade die Verfertigung und das Aufsetzen der Köpfe nach alter Art den größten Zeitaufwand verursacht; während nämlich nach dem alten Verfahren mit winden und schneiden der Kopfdrähte nebst aufsetzen der Köpfe unter der Wippe eine Person stündlich wenig über 1000 Köpfe zustande bringen würde, liefert eine Maschine bei ungestörter Arbeit stündlich 7000—9000 Köpfe. Auch zum einstechen der fertigen Nadeln in Papier sind Maschinen in Anwendung gebracht worden.

Die Nägel.

Nagel und Nadel sind wohl früher eins gewesen. Dieselben spitzen Naturerzeugnisse wie Dornen, Fischgräten u. s. w. haben wohl dem Menschen in seiner allerersten Kulturstufe zum lochen und heften weicher Körper, Blätter, Rinde, gedient, und erst als die vorgeschrittenen Fertigkeiten, gleichlaufend mit den feineren Bedürfnissen Kopf und Öhr, zu Anfang sicher nur ein eingearbeitetes Häkchen, fertigen lehrten, trennten sich Nagel und Nadel.

War es die Kleidung, welche die Nadel erforderte, so war es die Wohnung, das Bauwerk, welche die Weiterbildung des Nagels schuf, und so finden wir Nägel aus Eisen, Kupfer und Bronze schon bei den alten Kulturvölkern, besonders den Ägyptern, Griechen und Römern, unter deren Nachlaß. Und für unsere Gegenden beweisen die Funde bei Hallstatt, die Totenkammern der Hünengräber und die Pfahlbauten, daß schon in prähistorischer Zeit, von den Kelten, also vor mehr als 2500 Jahren, Nägel durch gießen und schmieden hergestellt worden sind. Auch Nageleisen sind schon in prähistorischer Zeit verwendet worden, wie ein Fund im Jura bei Eisenschmelzhütten bewiesen hat.



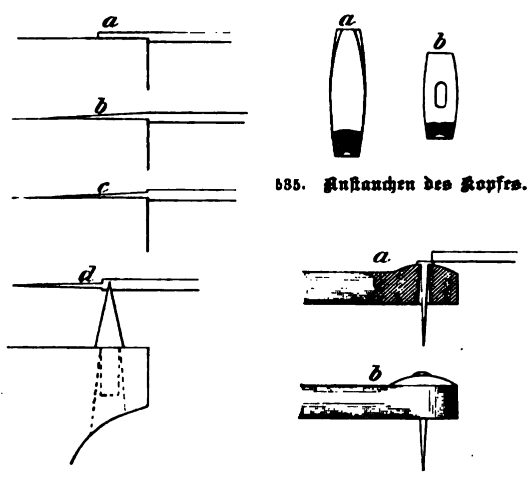
533. Nagelschmiede im 16. Jahrhundert. Nach Jost Amman.

Die gewerbsmäßige Herstellung, der Begriff: Nagelschmied, begann erst mit dem Mittelalter, wo sich eine Zunft bildete, die sich von anderen Artikeln fernhielt. Hierdurch wurde erst die eigentliche Geschicklichkeit erzogen, welche zu Zentralstätten der Nagelschmiederei führte. Die erste Zunft der Nagelschmiede bildete sich 1460 zu Augsburg. Bekannt sind Schmalkalden und Kronenberg (Rheinland), wie in England Birmingham und Derbyshire, als alte Horte dieser Kunst. — Auch die Maschine hat sich schon seit längerer Zeit eingebürgert. Zuerst wurde (Clifford, 1790) das glühende Eisen zwischen zwei, mit entsprechenden Vertiefungen versehene Walzen gebracht, die den Kopf zu bilden hatten, und schon 1809 bestanden in Birmingham Nagelfabriken. 1841 verwendete man Schmiedemaschinen mit Gesenken (Ryder), und um das Jahr 1800 schnitt man bereits die Nägel aus entsprechend vorgewalztem Eisen (Guppy). 1830 verwendete man hierzu gewöhnliches Eisenblech. Während der Jahre 1790 bis 1852 wurden in England über 50 Patente auf Maschinen zum Nagelschmieden genommen.

Den größten Fortschritt machte die Nagelfabrikation nach Einführung der Drahtnägel, welche lange Zeit als Pariser Nägel den Markt beherrschten. Die erste hierzu vorgeschlagene Maschine wurde 1811 für White patentiert. Indessen konnte sich diese Maschine noch nicht einführen. Erst 1832 gelang es Philippe in Paris, diesbezügliche Erfolge zu erzielen, dem wesentlich bessernd 1846 Werder in Nürnberg folgte. — In Deutschland fand die Maschine erst 1840 Eingang. Heute hat die Drahtstiftfabrikation ihren Hauptsitz in Westfalen (Hamm, Altena), wird aber auch an anderen Orten, wo Draht verarbeitet wird, betrieben.

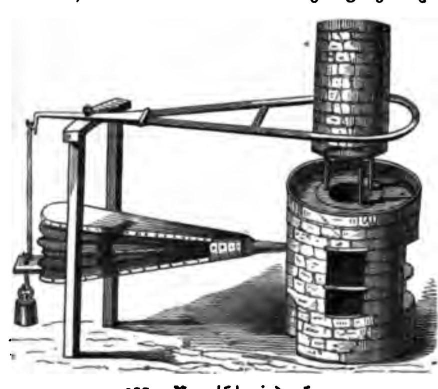
Der Vorgang beim Nagelschmieden ist sehr einfach: Der Schmied legt das gut warm gemachte Eisen auf die Amboßkante (Abb. 534a) und bildet zunächst durch einen oder mehrere kräftige Schläge einen Ansatz, der den Kopf geben soll und gleich die

richtige Stärke des Nagelschaftes, unter dem Kopf, bestimmt. Dann wird mit möglichster Schnelligkeit die Spitze angeschmiedet (Abb. 534b), durchgerichtet (Abb. 534c) und mit dem Abschrot die Abtrennung dicht am Ansatz (Abb. 534d) nahezu vollständig bewirkt. Dies muß so weit getrieben werden, daß der Nagel eben noch am Eisen haftet und nach dem einstecken in das Nageleisen (Abb. 536a) leicht abgelöst werden kann. Denn nur wenig Zeit ist noch übrig. Die Spitze ist längst schwarz, und nur der Kopfansatz zeigt vermöge seiner größeren Stärke eine dunkle Röte. Aber diese genügt für die Kopfbildung, welche durch einige gut gezielte schnelle und kräftige Schläge vollendet ist (Abb. 536b). Diese Schläge sind bei einem guten Nagelkopf scharf zu erkennen und zeigen darin den Meister, während der Lehrling seine geringe Gewandtheit durch einen rundlichen Kopf verrät, welcher eine große Anzahl Hammerschläge erhalten mußte, um einigermaßen die vorgeschriebene Form zu erhalten. Häufig indessen, namentlich bei größeren Nägeln, wird der Kopf nach einer vorläufigen Abschmiedung mit Hilfe eines Kopfmachers (Abb. 535) geglättet, der entweder die Form eines Handstempels (a) besitzt oder ein Stielwerkzeug (b) ist.



534. Anschneiden der Spitze. 535. Anstauchen des Kopfes. 536. Kopfmachen.

Um das Herauswerfen der Nägel zu erleichtern, wird zuweilen unter dem Nageleisen eine Feder angebracht, welche von der Nagelspitze heruntergedrückt wird, aber ihre Wirkung äußert, wenn der Nagel erkaltet und der Kopf fertig ist. Mit Hilfe der Erschütterung des letzten, nebengegebenen Hammerschlages fliegt dann der Nagel heraus. Auch hat der Schmied eine kleine Nadelzange zur Hand, um vorkommendenfalls nachhelfen zu können.

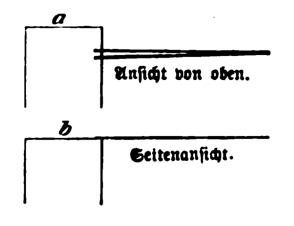


537. Nagelschmiedeofen.

Das zu den Nägeln zu verwendende Eisen muß, wenn die Arbeit schnell von statten gehen soll, natürlich der Stärke des Nagels genau angepaßt und ein sehr gutes sein, weil es sonst unganz wird und keine gute Spitze gibt.

Besondere Aufmerksamkeit wird dem Feuer zugewendet. Es darf nicht zu scharf sein, weil sonst das Eisen unnötig verbrennt, und doch muß es kräftig genug sein, um unnötiges warten zu vermeiden. Vor allem muß es sparsam bedient werden, denn es brennt den ganzen Tag, frißt Kohlen, und der Verdienst ist nur kärglich. So findet man wohl kaum irgendwo so sorgfältig gehegte Feuer, als in den kleinen Nagelschmieden, an denen sogar oft mehrere gleichzeitig arbeiten. Abb. 537 stellt ein solches Feuer dar, an welchem drei Schmiede Platz finden. Jeder muß zum Blasebalg gelangen können, um schnell ein paar Züge zu geben und die nötige Wärme zu erzeugen. Der Blasebalg hat aus diesem Grunde einen bügelförmigen Hebel, der um den Schornstein herumreicht und jedem der Schmiede zur Hand ist; aus gleichem Grunde hat der ofenförmige Herd drei Öffnungen. Es gibt sogar Schmieden mit vier Arbeitsstellen: ein quadratischer Schmiedeherd, dessen ganzes Feuer nicht größer als ein halber Mauerstein in der Fläche ist. Der Blasebalg ist zurückgestellt und gibt so dem vierten Arbeiter Raum. Ein besonders eingerichtetes Trittwerk gestattet jedem, nach Bedarf zu blasen.

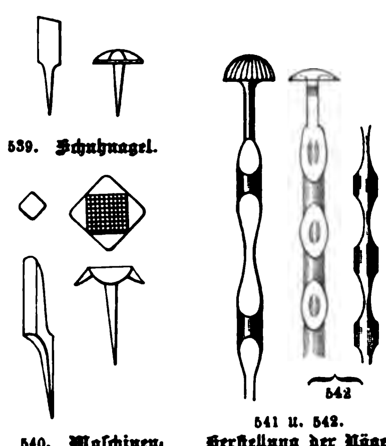
Kurze kräftige Nägel werden auch wohl zu zweien in einer „Hitz“ angefertigt. Kleine Nägel, namentlich Stahlzwecken, werden sogar oft zu zweien gleichzeitig geschmiedet. Zu diesem Behufe werden (Abb. 538) zwei, sogar drei Stahlstangen von etwa 35 cm Länge zu einem Bündel zusammengeschweißt, mit den Enden gleichzeitig warm gemacht und mit denselben Hammerschlägen gleichzeitig gespitzt. Das bei diesem spitzen erforderliche schnelle wenden wird durch das zusammenhaften der in der linken Hand oder in der Zange befindlichen anderen Enden nicht beeinträchtigt, und die Spitzen werden so nahe aneinander auf dem Amboß gehalten, daß derselbe Schlag beide trifft. Nur das einstecken, abbiegen und abhauen, sowie natürlich das kopfmachen geschieht nacheinander, und das mit solcher Gewandtheit, daß der erste Nagel fast noch glühend ist, wenn der zweite fertig abfällt.



538. Doppelschmieden von Stahlzwecken.

Besondere Schwierigkeiten bietet die Herstellung der dicken Köpfe der Schuhnägel. Der Nagelschmied muß sehr viel Eisen stehen lassen und außerordentlich genau schlagen; fällt der Schlag nicht ganz genau, so legt sich das Eisen schief um, und der Schaft kommt nicht in die Mitte desselben. Abb. 539 zeigt den auf der etwas rundlichen Amboßkante aus Quadrateisen abgesetzten Stift mit dem für den Kopf bestimmten, bereits abgetrennten Material und dabei den fertigen Nagel.

Leichter hat es die Maschine, welche, einmal richtig ausgerichtet, stets genau schlägt; aber auch hier bedarf es einer besonderen Sorgfalt, den feinen Schaft vom dicken Kopf abzusetzen. Dazu werden verschiedene Wege eingeschlagen. Das der Handarbeit Ähnliche besteht darin, daß der Vierkantdraht durch zwei Backen (Abb. 540) so abgekniffen wird, daß der Schaft in möglichster Schlankheit und gut gespitzt seitlich stehen bleibt, worauf die folgende Operation den Kopf anstaucht und so den fertigen Stift liefert. Nach einer anderen Methode wird Runddraht durch gleichzeitig von vier Seiten herangehende Stempel (Abb. 541) so umgeformt, daß er das Material für Kopf und Schaft in richtiger Verteilung enthält, worauf beide Teile im folgenden Schlag, wie das obere Ende des dargestellten Stabes zeigt, ihre fertige Form erhalten. Nach einem dritten Verfahren wird der runde, der Maschine aufgegebene Draht nur von zwei Stempeln (Abb. 542) vorbereitet, worauf der flache Teil zum runden Schaft und der andere zum Kopf umgeformt wird. Dieses letztere Verfahren ist nur für niedrige Köpfe verwendbar.



539. Schuhnagel.

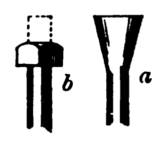
540. Maschinennagel.

541 u. 542. Herstellung der Nägel aus Runddraht.

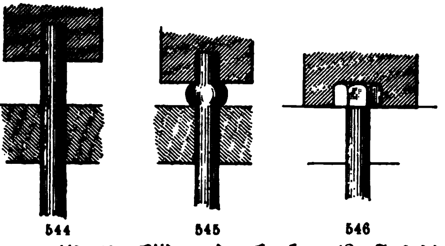
Auch bei kalt gestanzten Schraubenbolzen mit Formköpfen, sechskant u. s. w. muß eine Vorbereitung stattfinden, da das Material sich nicht, wie in der Abb. 543 dargestellt, in einer Operation soweit zusammendrängen läßt. Das höchste, was auf diesem Gebiet, also kalt, zu leisten ist, zeigt Abb. 543a, wo der cylindrische Schaft durch einen einzigen Druck in einen schlank konischen Kopf umgewandelt worden ist. Derselbe muß also, falls er nicht in dieser Form verwendet werden kann, durch eine zweite Pressung umgestaltet werden. Die für derartige Zwecke übliche Vorarbeit ist in der Abb. 544 dargestellt. Der Stempel nimmt etwa 2 Durchmesser des Schaftes als Länge in sich auf und staucht den freien Teil des Schaftes zu einem kugelähnlichen Körper zusammen (Abb. 545). Dann wird durch eine folgende Pressung beides in die endgültige Form (Abb. 546) gebracht. Das Erfordernis, denselben Bolzen mit zwei verschiedenen Stempeln zu prägen, führt zu Maschinen mit revolverähnlich wechselnden Stempeln. Bei der neuesten Maschine der Firma Malmedie & Co. in Düsseldorf befindet sich der Bolzen in einem vertikal

geführten Schlittenblock, welcher in seiner oberen Stellung dem einen, in seiner unteren Stellung dem anderen Stempel dargeboten wird.

Das anstauchen eines Wulstes, wie oben angegeben und durch die Abb. 545 erläutert ist, findet häufig statt, wenn es gilt, einen Bund frei im Schaft anzubilden, wie bei kleineren Werkzeugen, Ahlen u. s. w. (Abb. 547a u. b). Neuerdings ist von diesem Vorgang eine sehr hübsche Nutzanwendung gemacht worden. Abb. 548d zeigt ein messingenes Knöpfchen zu Korsettstangen, welches auf einer Maschine gefertigt wird und zwar von der soeben genannten Firma Malmedie & Co., die genau der Stiftmaschine (Abb. 578) gleicht. Bei derselben sind aber die Backen a in horizontaler Richtung, also in der Richtung der Achse und gleichzeitig der des Schlages beweglich. Wie aus der Abb. 548a zu erkennen, packen sie den Schaft etwas vor den letzten Backen, welche das festhalten und abkneifen besorgen, und leisten dem Schlag des Hammers erst dann Widerstand, wenn sich der Wulst (Abb. 548b) angestaucht hat. Die Gewalt des Schlages liefert also zuerst diesen Wulst und dann erst (Abb. 548c) den Kopf, wenn sich durch Anstauchung des Wulstes oder Bundes der erforderliche Widerstand gebildet hat.



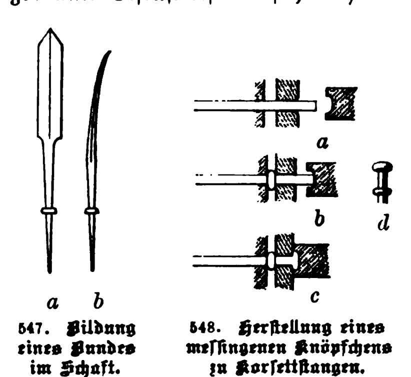
548. Bildung des Kopfes. (Zu S. 219.)



544 bis 546. Bildung des Kopfes. (Zu S. 219.)

Zur mechanischen Herstellung der Nägel aus glühendem Eisen benutzte man zuerst Walzwerke, welche man späterhin mannigfach verbessert hat. Ein solches Walzwerk ist in Abb. 549 in der Vorderansicht und im Schnitt 1—2 in Abb. 550 abgebildet. Es besteht aus zwei an beiden Seiten mit Zahngetrieben ineinander greifenden Walzen C C, die, entsprechend der Form, welche die Nägel erhalten sollen, auf ihren Umfängen mit Furchen versehen sind. Die doppelte Zahnkuppelung der Walzen hat den Zweck, die Umdrehung ganz gleichmäßig zu machen.

In Abb. 550 ist der durch die Walzen gehende und teilweise schon in Nagelform gedrückte Eisenstreifen x sichtbar; die folgende Abbildung aber zeigt ihn, nachdem er die Walzen verlassen hat, unter a von der Breitseite, unter b im Längsdurchschnitt. Er enthält nicht bloß der Länge, sondern auch der Breite nach das Material für eine Anzahl Nägel und kommt nun, um diese einzeln daraus herzustellen, zwischen ein Paar Schneidewalzen E (s. Abb. 549), welche ihn, wie unter a in Abb. 551 zu sehen, in schmale Streifen von einer der Nagelstärke entsprechenden Breite zerschneiden. Die schmalen Nagelstreifen kommen sodann glühend in eine besonders für diesen Zweck konstruierte Maschine, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, wo sie zwischen Klemmbacken durch Druck fertiggeformt und einzeln vom Streifen abgeschnitten werden.



547. Bildung eines Bundes im Schaft.

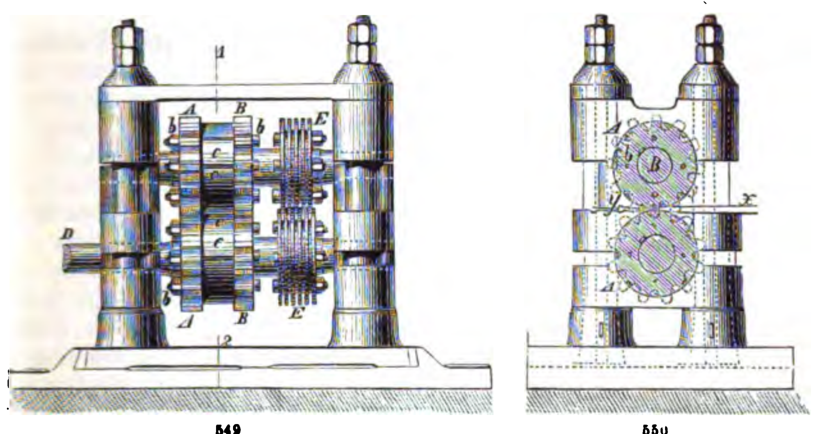
548. Herstellung eines messingenen Knöpfchens zu Korsettstangen.

Nun ist noch die Spitze anzubilden. Auch hierzu dient ein Walzwerk, bestehend aus einer runden und einer exzentrischen Walze, wie in der Abb. 552 dargestellt. Die an der letzteren erkennbare daumenartige Erhebung geht bis dicht an die cylindrische Walze heran und preßt so die Spitze am Nagel heraus.

Bei kleineren Haken- und ähnlichen Nägeln, wie solchen für Grubenschienen, wird die Spitze kalt angepreßt, und zwar gleich beim abkneifen. Die Abb. 553a u. b stellen den Vorgang schematisch dar. Die Backen haben also eine solche Form, daß sie oben die schlanke Spitze bilden und sich unten steil eindrängen. Sie stehen aber, wie in der Abb. 553a zu erkennen, nicht zentrisch zur Mittellinie des Eisens, aus welchem der

Nagel gepreßt werden soll, und müssen demselben daher, bevor sie zur Wirkung gelangen, eine Biegung erteilen, wie in der Abb. 553b angegeben. Dann erst packen die Backen und trennen dabei den gespitzten Nagel ab. Nun kommt (Abb. 554) der Kopfstempel und formt diesen fertig. Abb. 555a, b und c zeigen ähnliche Formen.

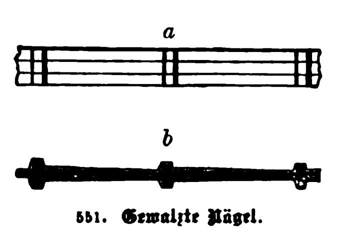
Auch zur kontinuierlichen Anfertigung von Nägeln eignet sich das Walzwerk. Die auf S. 223 abgebildete Maschine (Abb. 556) zeigt für ein solches die Benutzung von vier Walzen, welche an ihrer Peripherie behufs Herstellung verschiedener Nägelsorten mit auswechselbaren Stahlringen bekleidet sind, ähnlich wie bei dem Kettenwalzwerk (Abb. 809).



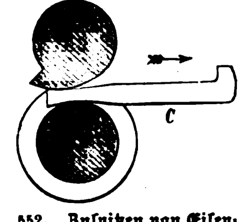
549 u. 550. Nagelwalzwerk von vorn und von der Seite.

Diese Ringe zeigen den zu bildenden Köpfen entsprechende Vertiefungen. Der Antrieb der unteren Walze erfolgt durch das Stirnrad a und die Welle b, welche mit Hilfe des Stirnräderpaares c c die obere Walze und durch die beiden konischen Räderpaare d d die seitlich gelegenen Walzen treibt.

Eine besondere Betrachtung verdient noch ein unscheinbarer und von den allermeisten Menschen nur wenig gekannter Nagel, der Hufnagel. Dieses kleine Ding macht erst die Verwendung unseres besten Freundes unter den Tieren, des Pferdes, möglich. Denn wenn auch in den unkultivierten Gegenden die Pferde vielfach unbeschlagen umherlaufen, so stellen doch unsere festen Wege Anforderungen an die Hufe, denen sie unbeschlagen nicht gewachsen sind. Hat doch schon das Altertum*) vom Hufbeschlag Anwendung gemacht oder unter der Nichtanwendung desselben Schaden gelitten.



551. Gewalzte Nägel.

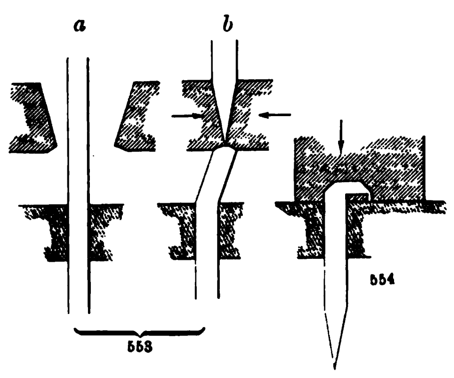


552. Zuspitzen von Eisenbahnnägeln durch Walzwerk.

In Diodors Geschichte Alexanders des Großen wird angeführt, daß die Armee ernste Mißgeschicke zu ertragen gehabt hätte, weil die Hufe der Pferde der Reiterei nicht genügend geschützt gewesen seien. Xenophon, der große Reiterfreund, macht in seiner Abhandlung über die Pferde auf die Notwendigkeit aufmerksam, die Hufe sorgfältig zu behandeln. — Sagt doch schon ein altes spanisches Sprichwort: Wegen eines Nagels geht ein Hufeisen verloren, wegen eines Hufeisens ein Pferd und wegen des Pferdes der Reiter. — Nach Thiers (Histoire de l'Empire) ging die Reiterei, Artillerie und der Train Napoleons auf seinem Rückzuge von Moskau zum großen Teile deswegen zu

*) Vergl. den sehr eingehenden Vortrag des Herrn Jul. Moeller über Hufbeschlag und Hufnagel. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1880.

Grunde, weil man es versäumt hatte, sich mit dem nötigen Beschlagmaterial zu versehen. Bei jeder Steigung der hartgefrorenen und mit Eis bedeckten Wege blieben die Pferde mit den Geschützen selbst des kleinsten Kalibers stecken, wenn auch die gewöhnliche Bespannung verdoppelt, verdreifacht wurde. Ebenso ging es den Dänen beim Rückzuge von Schleswig nach Sonderburg in der Nacht vom 5. Februar 1864: Wegen mangelhaften Beschlags der Pferde brauchten die Reiterei und Artillerie 9 Stunden, um eine deutsche Meile bei eis- und schneebedecktem Wege zurückzulegen, und die Geschütze mußten häufig von den Mannschaften befördert werden.



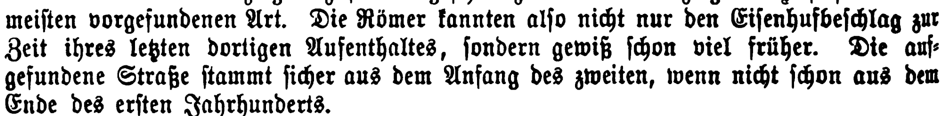
553 u. 554. Mechanische Anfertigung des Schienennagels. (Zu S. 220 f.)

Immerhin ist der Hufbeschlag erst später eingeführt worden. Die alten Ägypter haben ihn nicht gekannt, und der Goetheschen Legende von Jesus und dem zerbrochenen Hufeisen stehen starke Zweifel entgegen, ob es damals überhaupt Hufeisen gegeben habe. Die Perser, Abessinier, Tataren, Mongolen u. s. w. haben ihre Pferde nicht beschlagen und beschlagen sie heute noch nicht. Die Chinesen thun es heute zum Teil, nach unserer Weise, haben aber, nach Marko Polo, im 13. Jahrhundert keinen Beschlag gekannt, und auch die Japaner haben ihn erst in jüngster Zeit eingeführt. Wohl kannten sie den Schutz des Hufes durch Sandalen von Reisstroh, Seiden- oder Baumwollenstoff. Die Tataren hatten Lederschutz. Die durch ihren Pferdereichtum bekannten Kirgisen beschlagen ihre Reit- und Lastpferde mit Hörnern von Bergböcken, welche mit Hornstiften befestigt werden.

Nach der oben erwähnten Einnahme von Rom scheinen die alten Germanen bezw. die Alemannen die ersten gewesen zu sein, welche eisernen Hufbeschlag kannten. Auch fand man in einem ihrer Gräber — bei Ulm — ein Hufeisen. Die Gräber stammen aus der Mitte des 4. bis Ende des 6. Jahrhunderts. Die militärischen Vorschriften des byzantinischen Kaisers Leo VI. (886—912) enthalten „mondsichelförmige Hufeisen und Hufnägel“, ein Beweis, daß damals der Eisenbeschlag der Pferdehufe bereits fest eingeführt war.

555. Nagelformen. (Zu S. 221.)

Die ältesten sicheren Funde stammen*) aus der Salburg bei Homburg vor der Höhe, einer alten römischen Festung, welche wiederholt und zuletzt 280 n. Chr. von den Germanen zerstört wurde, und deren Reste im Jahre 1856 von Dr. Ludwig Beck und dem Oberst von Hohausen aufgedeckt wurden. Bis zum Jahre 1882 wurden — nach einem späteren Berichte des Stadtbaumeisters Jacobi — 51 Stück oder Bruchstücke von Hufeisen gefunden, an einer Stelle 7 Stück, andere mit römischen Legionsziegeln zusammengeschmolzen. Abb. 557 zeigt ein Hufeisen der am meisten vorgefundenen Art. Die Römer kannten also nicht nur den Eisenhufbeschlag zur Zeit ihres letzten dortigen Aufenthaltes, sondern gewiß schon viel früher. Die aufgefundene Straße stammt sicher aus dem Anfang des zweiten, wenn nicht schon aus dem Ende des ersten Jahrhunderts.

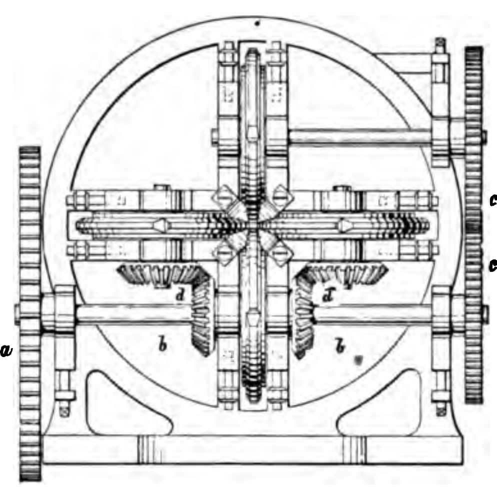


Der Hufnagel bildet gewissermaßen einen Übergang zum Niet. Er besitzt Kopf und Spitze, wie jeder Nagel, ist aber in Bezug auf seine Bindefähigkeit nicht, wie der eigentliche Nagel, auf die Reibung mit dem Material angewiesen, in welches er getrieben ist, sondern muß umgebogen werden, um zu halten. Aus diesem Grunde erfordert der Hufnagel ein sehr zähes Material. Schlechtes Eisen wird schon durch kaltes biegen unzuverlässig; der Hufnagel aber hat gerade an seiner zum Haken umgeformten Stelle zu halten und ist

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens“, I. S. 876.

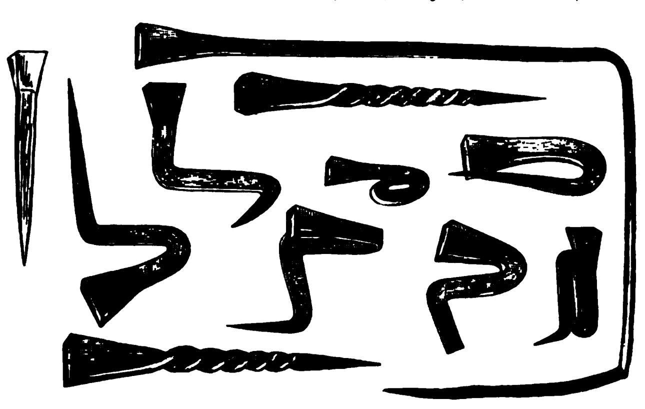
einer ganz außerordentlich heftigen und stoßweise wirkenden Beanspruchung ausgesetzt. Da reicht das allerbeste Material, das zu haben ist, eben aus; und aus diesem Grunde werden die Hufnägel in den guten Fabriken ausschließlich aus schwedischem Eisen gefertigt. Abb. 558 zeigt, was man mit solchem Material alles anfangen kann.

Früher war der Hufnagel Handarbeit und wurde massenhaft im Thüringischen, im Taunus, Schwarzwald, im sächsischen Erzgebirge, in Schlesien und auch im Bergischen gefertigt. Heute beschränkt sich diese Arbeit fast nur auf Vorarbeit für die Maschine. Abb. 559 zeigt die Form, in welcher der Hufnagel — in größeren und kleineren Dimensionen und sowohl von Hand als auch von der Maschine — vorgeschmiedet wird. Die Nägel kommen dann in die Trommel, in welcher sie mehrere Stunden zu verweilen haben und sich gegenseitig reinigen und einigermaßen blank scheuern. Dann werden sie glatt abgehämmert — diese und die folgende Operation wird, wie bemerkt, heute fast ausschließlich maschinell durchgeführt — und gerichtet, wodurch sie eine gewisse Steifigkeit und besonders bei der Maschinenarbeit große Glätte erhalten. Bei dem vorzüglichen Material geschieht dies unbeschadet der Zähigkeit desselben. Nunmehr erst erhält der Nagel (Abb. 560b) seine Spitze, welche außerordentlich scharf angeschnitten wird, und die Zwickung. Diese besteht in der einseitigen Abschärfung, wie in der letztgenannten Abbildung angegeben, zu dem Zweck, daß die Spitze sich beim eintreiben in den Huf sicher nach außen zieht und auf keinen



556. Maschine zum walzen der Nägel. (Zu S. 221.)


557. Nägel in einem römischen Hufeisen.

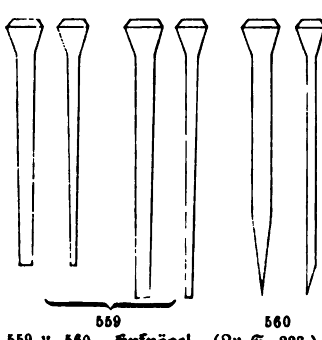

558. Moderne Hufnägelproben.

Fall, was bei der häufig gebotenen Eile des Hufbeschlagens leicht passieren könnte, sich nach innen drängt und das lebende Fleisch des Hufes trifft.

Der Schwerpunkt der Hufnägelfabrikation ist nach **Eberswalde** in der Mark Brandenburg verlegt worden, wo die weit und breit bekannte Fabrik von **Moeller & Schreiber** den größten Bedarf der Welt deckt.

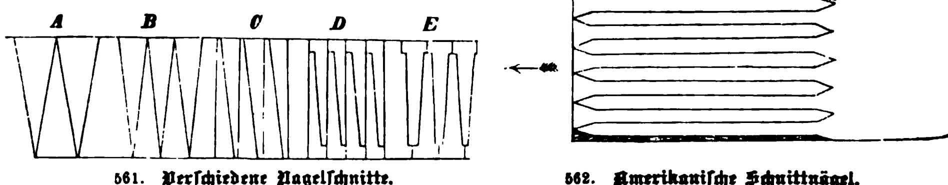
Es ist ein eigener Vorgang, der sich hier abgespielt hat. Seit Jahrhunderten ein einträgliches Gewerbe, wurde es in den letzten Jahrzehnten vernachlässigt. Die jungen Kräfte suchten sich andere Arbeit, und nur die alten blieben übrig; der Stand der Nagelschmiede ging zurück. Es ist schwer zu sagen, ob hierdurch die Maschine erzwungen wurde,

oder ob das auftreten derselben jenen Rückgang veranlaßte. Aber letztere gewann schneller Oberhand, als das absterben der Handschmiede vor sich ging; denn die Anfang der 80er Jahre stattgefundene hohe Entwickelung der Maschinenschmiede schuf, namentlich im Thüringischen, einen Notstand. Diesem abzuhelfen, reichten sich Regierung und Privatindustrie die Hand: Unter der eifrigen Beihilfe des Landrats Hagen gelang es, zwischen der mehrmals genannten Firma Moeller & Schreiber in Eberswalde und den thüringischen Nagelschmieden ein Abkommen zu treffen, wonach erstere ein Halbfabrikat — halbfertige Hufnägel — liefern, welche die Maschinen fertig zu stellen haben, die freilich recht gut diese Arbeit selbst liefern können und auch zum größten Teil liefern. Aber den Nagelschmieden war geholfen, und statt der Konkurrenz brachte ihnen die Fabrik Hilfe. Sie zahlte ihnen beispielsweise im Jahre 1897 ca. 6000 Mark Arbeitslohn und entlastete sie zugleich von der Beschaffung des Materials und vom Handel. Dies bezieht sich indessen nur auf wenige Nummern (Ochsenbeschlag und Eisnägel) und einige 40 Nagelschmiede. Die übrigen, etwa 200 zersprengt wohnende Leute, haben sich zu einer Genossenschaft vereinigt, welche Schloßnägel, Bandnägel, Kernnägel für Gießereien und Schwellenbezeichnungsnägel für die Staatsbahn u. s. w. anfertigen. Diese Fabrikation nimmt aber ebenfalls ab — wieder nicht nur wegen der Maschinenarbeit, sondern auch aus überall sich zeigenden Gründen: „Die Mädchen wollen keine Stallmagd mehr sein und die Jungen keine Nagelschmiede“.



559 u. 560. Hufnägel. (Zu S. 223.) 559 vorgeschmiedet, 560 von der Maschine fertiggestellt.

Daß es auch auf dem reinen Nutzgebiete nationale Anschauungen gibt, zeigt sich in Nordamerika, wo man unseren Drahtstift so nur von ferne kennt (unter dem Namen pointes de Paris) und sich statt seiner des aus Blech kalt geschnittenen Nagels bedient. Die Blechnägel werden selbstverständlich auf Maschinen hergestellt; diese sind im Vergleich zu den Schmiedemaschinen von viel einfacherer Konstruktion, und das um so mehr, je einfacher das damit erzielte Fabrikat ist, so daß z. B. die kopflosen Absatzstifte (für Schuhmacher) glattweg nur von Eisenstreifen abgeschnitten werden, welche nach der Breite keilförmig ausgewalzt sind.



561. Verschiedene Nagelschnitte. 562. Amerikanische Schnittnägel.

Die Herstellung der Nägel kann auch auf kaltem Wege geschehen. — Die einfachste Art ist das schneiden aus Blech — Schnittnägel — was vor dem aufblühen der Drahtnagelfabrikation zu recht billigen, aber auch technisch ebenso minderwertigen Nägeln geführt hat. Die Nägel erhalten keine Köpfe und müssen die Haltefähigkeit durch ihre keilförmige Gestalt gewinnen.

Das Nagelschneiden wird je nach der Sorte auf verschiedene Weise ausgeführt, wie aus Abb. 561 zu ersehen ist. Dabei werden die Schnitte, der Materialersparnis wegen, so geführt, daß immer zwischen zwei zusammenstoßende breitere Enden, welche den Köpfen entsprechen, ein spitzes Ende (Spitze) zu liegen kommt. Die in Abb. 561 mit A bezeichneten Schnitte würden z. B. Heftzwecken für Schuhmacher, die mit B bezeichneten Spannnägel für Tischler und Glaser sowie Absatzstifte für Schuhmacher, die mit C bezeichneten Sohlenstifte, die mit D bezeichneten Spikernägel (zum annageln von Dielenbrettern) u. s. w. ergeben. Zum abschneiden benutzt man eine Art Parallelschere oder Stanze, deren

Betrieb entweder durch eine mittels Schwungkugel getriebene Fallschraube oder durch Exzenter oder auch durch einen Kniehebelmechanismus erfolgt.

In der Regel sind die Maschinen dieser Art noch mit Einrichtungen versehen, welche das anstauchen der Köpfe in unmittelbarer Folge besorgen, also den Nagel nur erst in ganz fertigem Zustande fallen lassen. Alle diese aus Blech auf kaltem Wege hergestellten Nägel nennt man Schnittnägel. Eine besondere Art dieser Nagelgattung verdient noch der Erwähnung: die der Wickersham Nail Company in Boston, welche nahezu ohne Abfall Nägel mit Spitzen und Köpfen nur durch den Schnitt liefert. Abb. 562 zeigt das Prinzip der betreffenden Maschine ohne weiteres. Das bei dem Zuschnitt der Spitzen entfallende Material gibt die Seitenstücke der Nachbarköpfe ab. Die Maschine besitzt demzufolge eine Anzahl, etwa zehn, nebeneinander stehender Messer der durch das Nagelprofil angegebenen Art, welche gleichzeitig niedergehen und die den vorgelegten Blechstreifen der ganzen Breite nach zerteilen. Nach vollführtem Schnitt schiebt sich dieser Streifen um die Nagellänge vor, es erfolgt abermals ein Schnitt u. s. f.

Als Zwischengruppe zwischen den gewalzten und geschnittenen Nägeln kann man die gepreßten Nägel ansehen. Die Herstellung geschieht mehr in einer dem schmieden ähnlichen Art, also, wie auch bei den Walznägeln, unter Anwendung des Feuers. Eine Maschine für die Erzeugung von Nägeln auf diesem Wege ist die von Fuller. Die aus gewalzten Eisenschienen kalt geschnittenen, rein prismatischen Schäfte werden warm gemacht und gelangen in eine Vorrichtung, welche sie unter Freilassung des zur Spitze zu formenden Teiles einspannt. Drei stufenweise verstärkte Hammerschläge genügen, um dieses Ende in eine schlanke Spitze umzuformen. Der noch glühende Nagel wird dann von der zweiten Vorrichtung aufgenommen, welche ihn, diesmal unter Freilassung des anderen Endes, einspannt, worauf ein sich gegen dasselbe bewegender Stempel die zur Bildung des Kopfes notwendige Anstauchung bewirkt. Offenbar ist die Güte der so erzeugten (Preß-) Nägel der der Schnittnägel wesentlich überlegen.

Die Leistungsfähigkeit dieser Nagelmaschinen ist so gesteigert worden, daß z. B. in der Stunde bis zu 160 Halbzollnägel von einer einzigen Maschine und von größeren Sorten bis 40 Zentner pro Tag geliefert werden können.

Die bei weitem größere Masse der Maschinennägel für den europäischen Bedarf wird jedoch aus Draht hergestellt, und dies führt uns zu den hiernach benannten Drahtstiften und der Drahtstiftfabrikation.

Die Grundlage ist das walzen des Drahtes, welches man soweit wie möglich fortzuführen strebt. Dem feinen auswalzen stellt sich die schnelle Abkühlung des Eisens entgegen, und man ist daher schon bei Anordnung des Drahtwalzwerkes bestrebt gewesen, das endgültige auswalzen möglichst schnell zu vollführen. Der Walzdraht passiert daher wie auch die dünnen Sorten Bandeisen regelmäßig mehrere Walzenpaare zu gleicher Zeit, durch welche er sich schlangenartig durchwindet. Der Arbeiter ergreift das das erste Walzenpaar verlassende Stück an dem vorschießenden Ende und steckt es, während das nachfolgende noch längst nicht heraus ist, zwischen die nächsten Walzen u. s. w., welcher Vorgang durch das bedeutende strecken ermöglicht wird, dem das Walzstück unterliegt. Und so kommt es denn, daß manchmal fünf Walzenpaare gleichzeitig dasselbe Stück bearbeiten, und daß trotzdem der Draht noch glühend und weich genug ist, sich glatt auf die Trommeln aufwinden zu lassen. Aber dies allein genügt, namentlich beim Stahldraht, nicht, um die gewünschte Verdünnung hervorzubringen, also das nun folgende ziehen möglichst zu beschränken. Man legt daher neuerdings den vorgewalzten Draht auf der Spule in einen Ofen, von dem aus er unmittelbar in das Drahtwalzwerk gelangt, so daß also eine nur außerordentlich kurze Zeit vergeht, bevor ein beliebiger Teil des Drahtes aus dem Ofen in die Walze gelangt. Abb. 563 zeigt die diesbezügliche Anordnung in einer einfachen Skizze. a ist der von der Maschine kommende Riemen, welcher oft eine außerordentliche Breite besitzt. Das Walzwerk besteht aus den fünf Walzengängen b, c, d, e, f, zwischen welche der bereits vorgewalzte Draht aus dem Ofen g gelangt. h ist die Feuerung desselben, i die Spule, k der Abzug für die glühenden Gase. Der in Schleifen sich mit großer Geschwindigkeit durchwindende Draht wird durch die

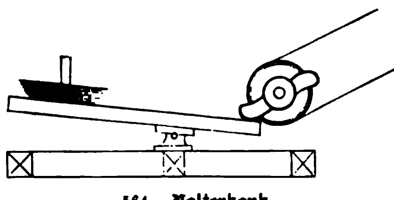
Gehilfen mittels der Haken l l geführt, eine gefährliche Arbeit, bei der nicht selten dadurch ein Unglück angerichtet wird, daß die Schlinge den Fuß oder auch wohl sogar den Hals des Gehilfen erfaßt. Nachdem der Draht das letzte Walzenpaar verlassen hat, wird er auf die Spule m gelegt und dort aufgewickelt. Auf diese Weise kann der Draht bis auf ca. $3^1/_2$ mm gebracht werden, während sonst 5 mm die annähernde Grenze bildet.

563. Anordnung eines Drahtwalzwerkes. (Zu S. 225.)

Der Walzdraht muß nunmehr von seiner Oxydschicht (Glühspan) befreit werden. Es geschieht dies durch abbeizen mit Hilfe sehr verdünnter Schwefelsäure und nachträgliches schlagen oder poltern. Die Schwefelsäure löst an sich den Glühspan zwar nicht, aber sie lockert ihn durch Unterfressung ab, so daß die auf der Polterbank (Abb. 564) hervorgebrachten Erschütterungen genügen, um denselben abzuwerfen. Der Draht kommt dann zur Entfernung der Säure in Kalkwasser und endlich auf ein Kohlenfeuer oder in einen geeigneten Raum zum trocknen. Nunmehr erst ist er zum ziehen reif, da der Glühspan sonst die Zieheisen in kurzer Zeit erweitern und verderben würde.

Die Zieheisen sind in der Regel, zum mindesten bei größeren Dimensionen, aus Stahl und Eisen, sonst auch nur aus Stahl hergestellte und entsprechend durchlochte Platten. Die Fabrikation der ersteren ist zu interessant, um hier übergangen werden zu dürfen.

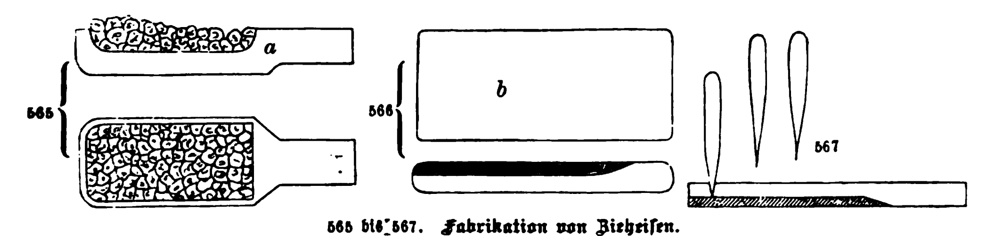
Der Schmied formt zuerst aus einem entsprechenden Eisen eine Art Pfanne a (Abb. 565), welche er mit einer gewissen Gattung Rohstahl (halbgarer Stahl) füllt, nachdem er denselben glühend abgelöscht und in nußgroße Stücke zerschlagen hat. Nunmehr bringt er das Ganze in einem ofenartig gehaltenen Schmiedefeuer zur Weißglut: der Stahl schmilzt, wird bei richtiger Windführung gar, dabei teigig und läßt sich nunmehr durch zuerst sehr vorsichtig geführte Hammerschläge aufschweißen und mit dem Eisen zusammen zu einer Platte b (Abb. 566) ausrecken. Diese ist also auf der einen Seite (in b oben) und auch nur nach dem linken Ende zu sehr stark verstählt. Nach sauberem abschlichten und vorsichtigem ausglühen behufs Erweichung des durch das schmieden hart



564. Polterbank.

gewordenen Materials beginnt nunmehr das lochen der Platte (Abb. 567); dasselbe geschieht kalt, durch eintreiben von Spitzdornen. Diese, aus allerbestem Stahl gefertigt, werden nacheinander in drei Stufen verwendet. Der zuerst benutzte Dorn ist naturgemäß kräftiger als der andere, der letzte ist der schlankste. Alle drei Dorne sind sehr spitz geschliffen. Der Arbeiter setzt den etwas eingeölten Dorn auf die Eisenseite der Platte und treibt ihn unter gleichmäßigem Schlage ein, ihm nach jedem Schlage eine kleine Drehung erteilend. Der Hammer hat dieselbe Form, wie ihn der Feilenhauer braucht. Ist der erste Dorn etwa zur Hälfte eingetrieben, dann folgt der zweite, zuletzt der dritte. Das lochen wird

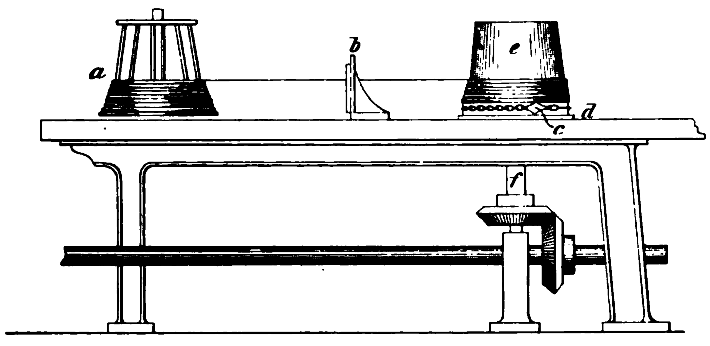
nur so weit fortgesetzt, bis die Spitze eben zu fühlen ist. Bei den Zieheisen für feine Drähte kann man dieselbe sogar nicht einmal fühlen, sondern erkennt ihre Ankunft an dem Durchtritt des Öles. — Die Zieheisen werden in Westfalen in drei Größen verfertigt: Grobzieheisen, Feinzieheisen und Kratzeneisen. Die definitive Erweiterung des Loches auf das genaueste Maß geschieht in der Zieherei selbst durch eintreiben eines ähnlichen Spitzdornes von der Stahlseite. In entsprechender Weise erhalten kantige Ziehlöcher ihre Form durch nachtreiben. Manchmal bricht bei dieser Manipulation ein Dorn ab. Der Schmied läßt dann die Spitze ruhig sitzen und bezeichnet das betreffende Loch einfach durch einen Kreuzhieb als unbrauchbar.



565 bis 567. Fabrikation von Zieheisen.

Draht und Zieheisen gelangen nunmehr auf die Ziehbank (Abb. 568), ersterer auf die Spule a, letzterer in den Zieheisenhalter b. Der Draht wird zugespitzt, durch das erste (größte) Loch gesteckt, von der Ziehzange c ergriffen und durchgezogen. Die Zange befindet sich an einer Kette d, welche am Grunde der Trommel e befestigt ist und sich unter Drehung der Welle aufwindet. Soll das ziehen unterbrochen werden, so wird die Trommel e mit Hilfe eines Hebels etwas angehoben, wodurch sich eine Klaue der Welle f auslöst und die Trommel freigibt.

Der Draht erleidet nun beim ziehen eine Veränderung, indem er eine harte Oberfläche erhält und eine Spannung im Inneren annimmt. Es kann daher das ziehen nur

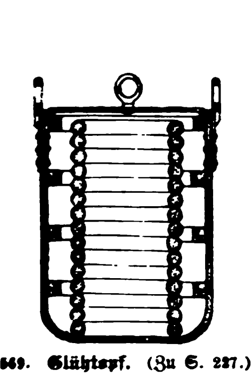


568. Ziehbank.

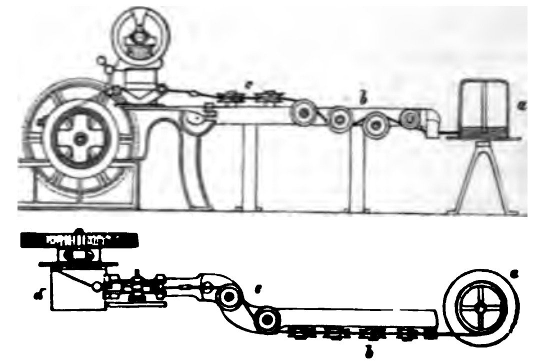
etwa zwei- bis dreimal hintereinander erfolgen und muß, wenn das reißen des Drahtes vermieden werden soll, ein glühen stattfinden. Dies geschieht in Töpfen aus Gußeisen, Eisenblech oder neuerdings Gußstahl von etwa $1^1/_2$ m Höhe und $0{,}_6$ m Durchmesser. Der Draht wird in Bunden übereinander geschichtet (Abb. 569) und mit dem sorgfältig abgedeckten und abgedichteten Topf in einem Ofen einer lange andauernden Rotglut ausgesetzt. Dabei ist besonders auf die Flammenführung zu achten, welche reduzierend (Überschuß an Kohlenstoff) gehalten werden muß, damit der Draht möglichst wenig oxydiert. Trotzdem ist die Glühspanschicht nicht ganz zu vermeiden, und es sind daher die Operationen abermals erforderlich, welche wir oben aufgezählt haben: beizen, poltern, kälken, trocknen. Von diesen ist nun namentlich das beizen mit oft großen Unannehmlichkeiten verknüpft. Denn das Beizwasser kann nicht anders als in die Flußläufe gelassen werden, und damit wird das Wasser der letzteren zum mindesten den Fischen

tödlich, häufig auch für alle weiteren Zwecke unbrauchbar, so daß für die Anwohnenden oft die größten Mißstände entstehen.

Man hat, namentlich aus letzterem Grunde, vielfach versucht, den Glühspan auch schon vor dem Ziehen auf mechanischem Wege zu entfernen, und es ist bereits eine Reihe von Versuchen in dieser Richtung angestellt worden. Die erste Maschine, welche einen praktischen Erfolg erzielt hat, ist nach dem Vorgange von Graumann die von Betz

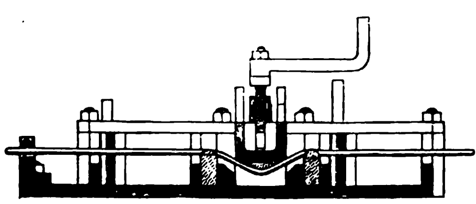


569. Glühtopf. (Zu S. 227.)

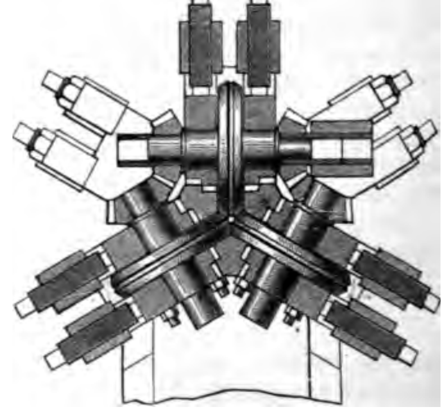


570 u. 571. Drahtreinigungsmaschine von Betz.

(Abb. 570 u. 571). Ihre Wirkung beruht darauf, daß der mit Glühspan überzogene Draht durch ein System Walzen geleitet wird, welches demselben leichte, aber wiederholte Biegungen in verschiedenen Ebenen erteilt, die zwar den weichen Draht an sich nicht schädigen, aber den spröden Glühspan zum abspringen bringen. Der auf die Trommel a gelegte Draht durchläuft erst das Walzensystem b, welches die Biegungen in der senkrechten Ebene vornimmt, und dann das System c, dessen Walzen den Draht winkelrecht hierzu durchbiegen; der Antrieb oder die Aufwickelung erfolgt von der Trommel d aus. Die Maschine fand zuerst eine bereitwillige Aufnahme, war aber nicht imstande, die Anforderungen sämtlich zu erfüllen. Aus diesem Grunde versuchte man unter Beibehaltung der Biegungen statt der Walzen feste Bänke anzuwenden, welche gleichzeitig schabend wirkten. Eine solche Maschine zeigt Abb. 572. Aber auch diese genügte nicht, sowenig wie



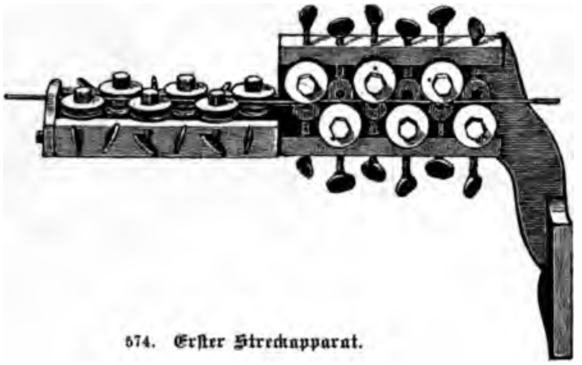
572. Drahtreinigungsmaschine von R. v. d. Becke.



573. Drahtwalzwerk von W. Bansen.

eine Konstruktion von Boecker, bei welcher man auf die Walzen wieder zurückgegangen war und dem ganzen System eine schwingende Bewegung erteilt hatte. Der Amerikaner Abt dehnte das Betzsche System weiter aus und führte dann statt der Schwingung die Rotation des ganzen Apparates ein, wodurch recht gute Resultate erzielt wurden. Auch hat man versucht, durch kleine Walzwerke, welche eine Querschnittsverminderung des Drahtes in kaltem Zustande erzielen sollen, den Glühspan abzusprengen. Abb. 573 zeigt eine solche Vorrichtung, wie sie von Bansen konstruiert worden ist. Indessen genügt auch diese Methode zum Teil nicht, zum Teil wirkt sie auch durch ein-

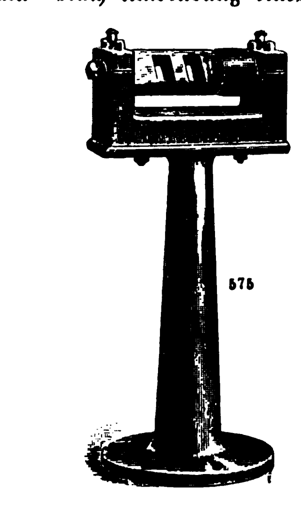
walzen des gelösten Glühspans schädlich. Nach einem Vorschlage von Webbing soll der Draht einer die Elastizitätsgrenze nahezu erreichenden Dehnung ausgesetzt werden, in welchem Zustande er bei sehr geringen Biegungen den Glühspan abwirft. Dies geschieht (Abb. 574) durch Vermehrung und Verkleinerung der Rollen, sowie durch Vermehrung der Blöcke.



574. Erster Streckapparat.

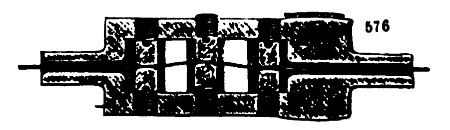
Abb. 575 stellt einen rotierenden Strecker in der Ansicht und Abb. 576 das Innere desselben dar. Hier sind die Rollen, wie in der Abb. 572, durch Stahlblöcke ersetzt, über welchen der Draht hingezogen wird. Die Vorrichtung ist aber drehbar gelagert und mit einer Riemenscheibe versehen, welche sie in schnelle Umdrehung versetzt, während der Draht durchläuft.

Der Vorteil dieser Einrichtungen ist sehr bedeutend. Auf einer westfälischen Drahthütte wurden nach dem alten Beizverfahren für 1000 kg fertigen Draht $18\frac{1}{2}$ kg Schwefelsäure zur Walzbeize und $6\frac{1}{2}$ kg zur Ziehdrahtbeize, zusammen also 25 kg verbraucht; das glühen fand bis zu $3\frac{1}{2}$ mm herab statt. Nach Anwendung eines mechanischen Verfahrens ging der Verbrauch im ganzen auf 2 kg Schwefelsäure für 1000 kg fertigen Draht zurück.



575

Endlich hat man auch die Aufmerksamkeit wieder dem Glühtopf zugewendet, in der Absicht, der Bildung des Glühspans durch Abhaltung des Sauerstoffs vorzubeugen. Hierzu können Körper dienen, die, in den Glühtopf geworfen, neutrale Gase entwickeln, welche denselben erfüllen. Außerdem hat man beobachtet, daß die Glühspanbildung vorzugsweise nach dem herausheben des Topfes vor sich geht, indem beim erkalten desselben Luft eindringt und die Oxydation bewerkstelligt. Haedicke hat deswegen das bepacken des etwas gelochten Deckels mit Kohlenklein vor dem herausheben in Vorschlag gebracht, in welchem Falle unter sonstiger Dichtigkeit des Topfes statt der Luft die Vergasungsprodukte der Steinkohlen eintreten würden.



576

575 u. 576. Rotierender Streckapparat.

In neuester Zeit hat Webbing nachgewiesen, daß die übliche Glühtemperatur nicht notwendig sei, um die durch das ziehen des Drahtes hervorgebrachten Spannungen aufzuheben, daß vielmehr bereits circa 340 Grad, die Temperatur des geschmolzenen Bleies, hierzu genügen. Er leitet daraus den Vorschlag ab, das ziehen gleich hinter einem Bleibade vorzunehmen, welches für sich gegen die Oxydation durch eine Holzkohlendecke zu schützen sei.

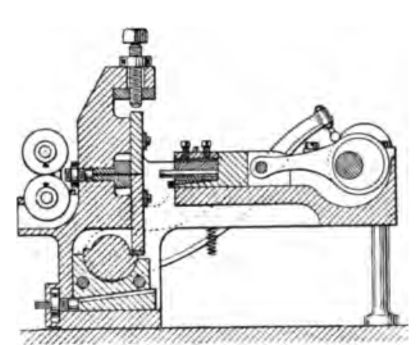
Gehen wir nunmehr wieder zu unserem ursprünglichen Thema zurück.

Die Herstellung der Drahtstifte. Das gewöhnliche Material ist hart gezogener (unausgeglühter) Eisendraht; messingene und kupferne Stifte kommen nur selten vor. Für die größten Nummern von 15—17 cm Länge haut man die einzelnen Schäfte gleich über einer Meißelkante in der erforderlichen Länge ab und versieht sie dann mit Spitze

und Kopf; bei besonderen Sorten erfolgt zuerst das anschleifen der Spitzen. Um hierbei die nötige Handhabe zu erhalten, nimmt man den Draht in Stücken von $0,_6$—$0,_8$ m Länge, schleift eine Anzahl derselben auf einem Schleifsteine oder Spitzringe zusammen unter beständigem drehen spitz, schneidet die zugespitzten Enden mit einer Stockschere ab und schleift an den neu entstandenen Enden gleich weiter, bis der Draht aufgearbeitet ist. Der Spitzring, der in der Ansicht einem rasch umlaufenden kleinen Schleifsteine ähnelt, besteht aus einer Eisenscheibe, die am Umfange mit einem stählernen, feilenartig rauhen Ringe versehen ist.

Die übliche Zuspitzung wird durch Pressung erhalten. Hierbei werden bei der Handarbeit die auf Doppellänge geschnittenen Schäfte einzeln in eine kleine Maschine zwischen vier stählerne Backen gesteckt, die durch Schrauben oder Hebelwerk gegeneinander bewegt werden und die Schaftmitte in zwei scharfe vierseitige Spitzen auspressen, wobei zugleich die Trennung in zwei Stifte erfolgt. Das anköpfen der zugespitzten Schäfte geschieht dadurch, daß man die Stifte einzeln in eine Art Schraubenstock einspannt und das etwas hervorstehende Ende mit einem Hammer breit schlägt. Man kann so ganz flache oder versenkte Köpfe und durch aufsetzen eines passenden Hohlstempels auch oberhalb abgerundete Köpfe herstellen.

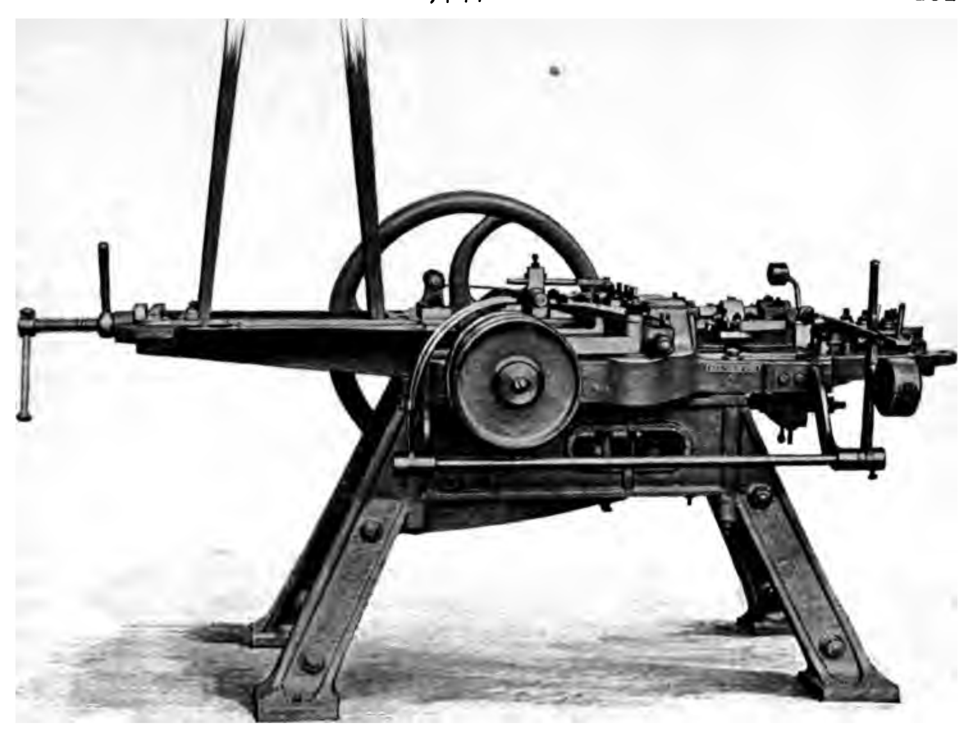
Der enorme Verbrauch von Drahtstiften, die man jetzt bis zu 24 cm Länge und 8 mm Dicke herstellt, hat schon längst Veranlassung gegeben, an die Konstruktion von Maschinen zu deren Fabrikation zu denken; aber erst in neuerer Zeit ist es geglückt, solche Maschinen ihrem Zwecke entsprechend herzustellen. In der Zeit von 1822—54 sind in Frankreich wenigstens 40 Patente für Drahtstiftmaschinen erteilt worden, indem lange Zeit Paris ein Hauptsitz dieser Fabrikation war, woher Deutschland bis gegen das Jahr 1840 beträchtliche Mengen dieses Artikels bezog. Seitdem ist die Fabrikation bei uns allmählich bis zu großem Maßstab entwickelt worden.



577. Rogers' Nagelmaschine.

Die Arbeit einer solchen Maschine zerfällt, abgesehen von der regelmäßigen Einführung des Drahtes und dem herauswerfen der fertigen Stifte, in drei Operationen: das abschneiden entsprechend langer Stifte, die Bildung der Spitze und das anstauchen des Kopfes, welches letztere zuweilen durch den Schlag eines fallenden Hammers, meist aber durch den Druck oder Stoß eines horizontal bewegten, von einer kräftigen Feder getriebenen Stempels bewirkt wird. Das abschneiden und die Erzeugung der Spitze ist bei den neueren Maschinen zu einer einzigen, durch dieselben Maschinenteile verrichteten Operation verbunden, und zwar ist die Zuspitzung vierseitig pyramidal.

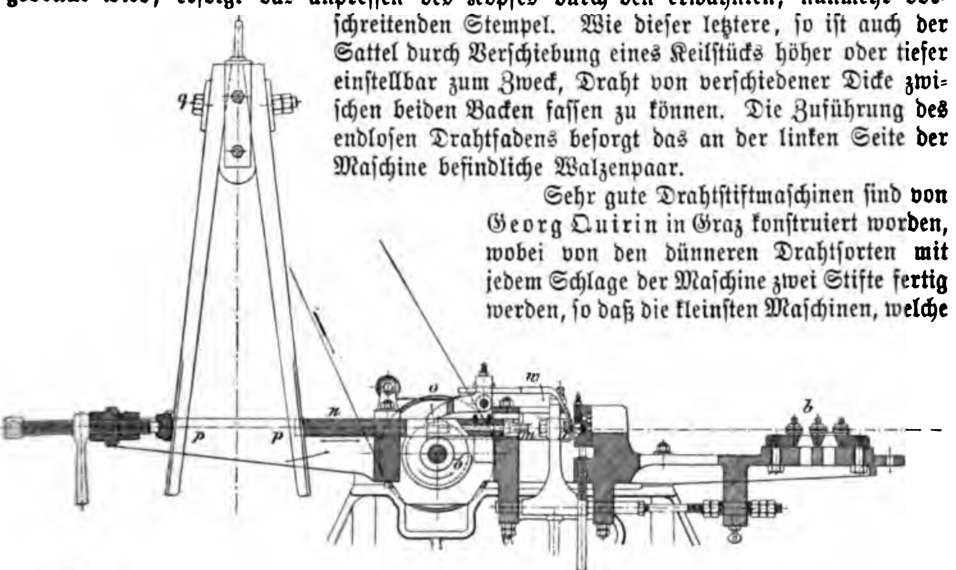
Eine andere Kategorie hierher gehöriger Maschinen stellt Bolzen durch abschneiden gleichlanger Stücke von einem zugeführten Drahtfaden und anpressen des Kopfes her. Gewöhnlich dienen hierzu Kniehebelmechanismen. Die letzteren bewegen sich jedoch zu langsam, und deshalb ist man in neuerer Zeit zur Ersetzung dieser durch die in gleicher Weise, jedoch viel schneller arbeitenden Exzenterhebel geschritten. Mit diesen Neuerungen ausgerüstet, veranschaulicht die Abb. 577 eine von Charles Dake Rogers in Providence erbaute Maschine. Es befindet sich hier in dem Bette der Maschine ein vom Exzenter in horizontaler Richtung zu bewegender Gleitkopf, welcher den Stempel zum anpressen der Bolzenköpfe trägt und behufs zentraler Einstellung justierbar eingesetzt ist. Die dem Stempel gegenüberliegenden Klemmbacken lassen sich in Führungen auf und nieder bewegen, und zwar erfolgt dies unter Vermittelung eines oscillierenden Sattels, der sich an die untere Seite jener unteren Backe anlegt und durch Hebung dieser letzteren auch die obere in die Höhe schiebt. Hierbei wird nun zwischen beide Backen das in dem röhrenförmigen Teil von links her zugeführte Drahtstück eingeklemmt und scherenartig



578. Drahtstiftmaschine von Malmedie & Co. Ansicht. (Zu S. 232.)

abgeschnitten. Sobald die obere Backe an die über ihr liegende justierbare Schraube angedrückt wird, erfolgt das anpressen des Kopfes durch den erwähnten, nunmehr vorschreitenden Stempel. Wie dieser letztere, so ist auch der Sattel durch Verschiebung eines Keilstücks höher oder tiefer einstellbar zum Zweck, Draht von verschiedener Dicke zwischen beiden Backen fassen zu können. Die Zuführung des endlosen Drahtfadens besorgt das an der linken Seite der Maschine befindliche Walzenpaar.

Sehr gute Drahtstiftmaschinen sind von Georg Quirin in Graz konstruiert worden, wobei von den dünneren Drahtsorten mit jedem Schlage der Maschine zwei Stifte fertig werden, so daß die kleinsten Maschinen, welche



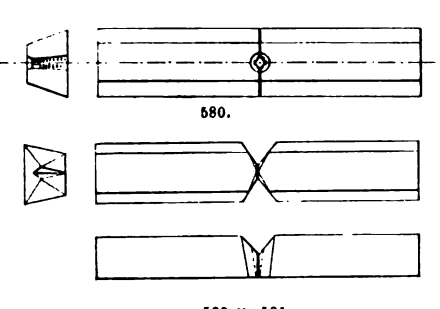
579. Drahtstiftmaschine von Malmedie & Co. Schnitt. (Zu S. 232.)

Stifte von 2 bis zu 30 mm Länge liefern, in der Minute durchschnittlich 500 Stück fertig bringen. Eine ebenfalls gutbekannte Maschine ist die von Werder (dem verstorbenen Erfinder des bayrischen Infanteriegewehrs) erbaute, mit welcher die Klettsche

Fabrik in Nürnberg arbeitet und mit kolossalen Massen trefflichen Fabrikats einen großen Teil des Gesamtbedarfs deckt.

Das Grundprinzip einer Drahtstiftmaschine, wie sie von Malmedie & Co. in Düsseldorf gebaut wird, ist in der Abb. 579 angegeben. Der auf einer Spule befindliche Draht wird von dem Vorschub a durch die Richtvorrichtung b gezogen, bis das Ende desselben etwas über die Klemmbacken c, c hinaussteht. Der Vorschub wird von der am Schwungrad befindlichen Kurbel d bethätigt und besitzt eine Klemmvorrichtung, welche dem Draht nur eine Richtung, bei der Bewegung der Klemme oder des Vorschubs von rechts nach links, gestattet, durch die entgegengesetzte Bewegung aber von links nach rechts mitgenommen wird. Im ersteren Fall schleift der Draht lose zwischen der festen Backe e und dem Kopf f der nur durch die Feder g angedrückten Schraube h, welche letztere sich beim vorschieben nach rechts hin gegen den Draht stemmt und ihn mitnimmt.

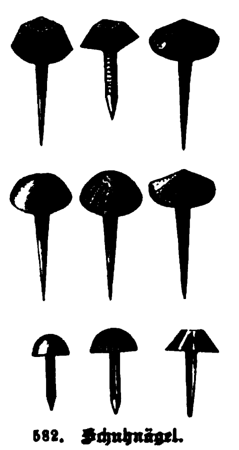
Der Draht soll nun einen Schlag erhalten, der den Kopf anformt, und muß aus diesem Grunde in der angegebenen Stellung außerordentlich fest gehalten werden. Dies besorgen die bereits erwähnten Backen c, c, welche durch die kräftigen Hebel k, k gewaltsam angepreßt werden und ihre Zähne in das Material eindrängen. Es sind dies die unter dem Kopf jedes Drahtstiftes sichtbaren Klemmspuren. Die Enden der auf der Schwungradwelle befindlichen Hebel k laufen mit Rollen gegen die Scheiben l, l, welche seitlich mit Ansätzen derart versehen sind, daß die Hebel rechtzeitig in die gezeichnete Stellung kommen, um also den Draht festzukneifen. Nunmehr kann der Schlag erfolgen, welcher den Kopf zu bilden hat. Das Werkzeug dazu ist ein Stahlstempel m (s. auch Abb. 580), welcher in das gut geführte Schlagstück n eingesetzt ist und je nach der Art der zu fertigenden Stifte ausgewechselt werden kann. Dieses Schlagstück, der Hammer, unterliegt zwei äußeren Einflüssen. Es ist zunächst mit einer Nase o (Abb. 579) versehen, gegen welche ein Daumen der Schwungradwelle drückt, um ihn nach links zu bewegen. Anderseits ist die Feder p bestrebt, sie nach rechts zu schleudern, was dann eintritt, wenn der Daumen ausstreicht. In diesem Augenblicke also schnellt der Schlitten zurück und staucht den Kopf an. Die Feder p hat eine eigenartige Form; sie besteht (Abb. 579) aus zwei eichenen oder eschenen Holzstücken, welche durch einen eisernen Kopf, q, vereinigt sind und, stark gespreizt, eine außerordentlich elastische Kraft entwickeln. Diese Anordnung oder Bildung einer Feder ist ungewöhnlich und hat ihren Grund in dem Umstande, daß die Auswechselung der Bestandteile bei einem etwaigen Bruch möglichst erleichtert werden muß. Die Maschinen arbeiten vielfach in Orten, in denen eine Reparatur maschineller Teile unmöglich ist. Die Federn aber sind diejenigen Teile, welche an der Drahtstiftmaschine am meisten leiden. Nun ist heutzutage bei dem vorzüglichen Material, welches uns zur Verfügung steht, die Herstellung einer guten Feder kein Kunststück mehr, und man macht Federn, an welche, wie z. B. bei den Eisenbahnwagen, noch ganz andere Anforderungen gestellt werden. Aber zur Zeit, als die Stiftmaschinen aufkamen, war dies anders, und das betreffende Publikum hat sich einmal an diese eigenartige Form gewöhnt, so daß der Fabrikant trotz besserer Einsicht gezwungen ist, die heute fremdartige Form beizubehalten. Im übrigen thun die Holzfedern, welche man in ganz ähnlicher Art auch an schwedischen Hämmern (s. Abb. 300) findet, ihre Pflicht, und so haben sie sich erhalten. — Damit ist der Kopf des Stiftes fertig, und es erübrigt nur noch die Herstellung der Spitze und das abtrennen des fertigen Stiftes. Beides wird durch ein paar Backen r, r besorgt, welche, in der Abb. 581 besonders gezeichnet, ähnlich wie beim anspitzen des Schienennagels (Abb. 553a), spitzen und abtrennen zugleich mit einem kräftigen Druck bewirken. Das Organ hierzu ist der Hebel s in Verbindung mit der Scheibe t, welche, wie die


580.

580 u. 581. Backen zur Herstellung der Drahtstifte.

Scheiben l, rechtzeitig gegen die am Ende des Hebels befindliche Rolle u wirkt und so die Backen zusammenpreßt oder die bewegliche Backe r gegen die ruhende andere r. Die genaue Einstellung derselben wird durch die Stellschrauben v, v bewirkt. Sie gehen bis auf ein ganz geringes Maß zusammen, lassen indessen doch so viel Material stehen, daß der nun vollständig fertige Nagel eben noch haften bleibt. Es genügt aber ein leiser Schlag, um ihn abzubrechen; und dieser wird durch den Finger w bewirkt, welcher (Abb. 579a) unmittelbar nach dem abkneifen von oben her auf den Stift schlägt und ihn zum abfallen bringt. Der Finger erhält seine Bewegung von derselben Daumenscheibe aus, welche den Kopfstempel zurückzieht. Nunmehr tritt der Vorschub in Thätigkeit und schiebt den Draht um die erforderliche Länge vor. Derselbe wird wieder von den Backen c gepackt, erhält den Kopfschlag, u. s. w.

Gegossene Nägel. Abgesehen von einigen Ziernägeln (s. d.), welche durch gießen hergestellt werden, stellt man auch grobe Nägel oder wenigstens die Köpfe derselben durch gießen her. Das Material ist Gußeisen, Kupfer und Bronze (Messing). Im ersteren Falle folgt selbstredend stets ein Temperprozeß darauf, da das Material sonst viel zu spröde sein würde. — Man hat vorzugsweise zwei Methoden des formens. Entweder ist die Form seitlich geteilt, so daß die Hälften symmetrisch zu einander sind, oder es enthält die eine Hälfte den ganzen Nagelschaft, die andere den Kopf. In beiden Fällen wird stets eine größere Anzahl Nägel gleichzeitig, von einem Einguß aus, gegossen, so daß sie zusammen ein gitterförmiges Gebilde darstellen, bevor sie auseinander gebrochen werden.



582. Schuhnägel.

Ziernägel. Die Fabrikation der Ziernägel überhaupt ist besonders in Frankreich ein bedeutender Industriezweig (Manufacture de clous dorés). In dem Preiskurante einer derartigen Pariser Fabrik finden sich über 150 Nummern verschiedener, durchgängig elegantester Muster und Größen in acht Qualitäten vor, nämlich gewöhnlich gelb, leicht oder schwer im Feuer vergoldet oder versilbert und von poliertem Stahl. Unter dem Namen clous de tapissiers (Tapeziernägel) gibt es Muster im Preise von 4—20 Frank das Tausend, clous pour bourreliers (Sattlernägel) von 3—6 Frank, clous de fantaisie gravés (Phantasienägel, graviert) von 12—60 Frank, clous pour malles (Koffernägel) von 12—60 Frank. Die Fabrik liefert täglich über 200000 Stück solcher Nägel, die ein außerordentlich gesuchter Artikel sind.

Bis vor dreißig Jahren wurden diese Nägel, die aus einem verhältnismäßig großen, halbkugeligen, hohlen Kopfe und einem kurzen spitzen Schafte bestehen, durch gießen in Formen hergestellt, doch waren die so fabrizierten Nägel mit mancherlei Unvollkommenheiten behaftet, indem sie nicht regelmäßig genug ausfielen, scharfe Ränder hatten, womit sie die durch sie zu befestigenden Stoffe zerschnitten und leicht zerbrechlich waren. Gegenwärtig werden sie durch stanzen und prägen mittels Maschinen erlangt.

Die zur Fabrikation nötigen Maschinen sind 1) eine Stoß- oder Stanzmaschine, womit ein Arbeiter täglich mindestens 1500 Stück Köpfe ausschneiden kann; 2) ein Fallhammer; 3) eine Polierbank, worauf bei schneller Rotation die Nagelköpfe mittels Polierstahl blank gemacht werden; 4) eine Prägepresse für verzierte, sogenannte gravierte Köpfe.

In Abb. 583 ist die Herstellung solcher Nägel nach einer von Cormay erfundenen Methode illustriert. Die Köpfe werden hierbei aus Kupferblech von etwa 1 mm Dicke in Scheibenform ausgestanzt. Dann werden diese Scheiben auf einer Prägepresse am Rande bis auf etwa $1/4$ mm Dicke zusammengequetscht und in ihrer Mitte ein kleiner ausgehöhlter cylindrischer Vorsprung gebildet, in welchen der mit dem Kopfe zu verbindende Drahtstift mit seiner Kuppe eingesteckt wird, um alsdann der Scheibe durch eine zweite

Prägung die halbkugelige Gestalt zu geben und sie fest mit dem Stifte zu vereinigen. Zu diesem Zwecke legt man die bereits durch die erste Prägung vorbereitete Scheibe f auf eine Matrize m, welche mit einer halbkugeligen Vertiefung, entsprechend der Größe des zu bildenden Nagelkopfes, versehen ist. In dem vertieften Ansatz der Scheibe wird der Kopf eines Drahtstiftes c eingesenkt. Über der Matrize m befindet sich ein Stempel p mit einem konvexen, zu der Höhlung der Matrize passenden Vorsprunge. Sobald dieser Stempel mit dem gehörigen Drucke gegen die Scheibe f gepreßt wird, tritt der Schaft des Drahtstiftes, der sich gegen eine mit einer Spiralfeder verbundene dünne Stange stemmt, in einen Kanal des Stempels ein, während der konvexe Vorsprung des letzteren die Scheibe f in die Höhlung der Matrize preßt und ihr so die verlangte Kopfform gibt, gleichzeitig aber auch durch zusammenquetschen des in der Scheibenmitte befindlichen hohlen Ansatzes den Stift fest mit dem Kopfe vereinigt.

583. Maschine zur Herstellung von Tapeziernägeln.

Neuerdings hat man Maschinen konstruiert, welche die bisher einzeln ausgeführten Operationen, wie das ausstoßen der kleinen Metallköpfe, das vorbereitende prägen derselben zu einer Art runden Näpfchen und die Anfertigung der kleinen eisernen Nägel mit glattem Schafte, Kopf und Spitze gleichzeitig und zwar automatisch, d. h. selbstthätig verrichten und so das Fabrikat, in allerdings noch rohem Zustande, fertig liefern. Eine derartige Maschine ist unter anderen vom französischen Mechaniker Dubreuil erfunden worden.



584 bis 587.
Verschiedene Phasen in der Herstellung der Tapeziernägel.

Dieser Maschine wird das Kupfer, woraus die Köpfe gebildet werden, in Form eines Streifens und der Eisendraht im Ringe übergeben. Während der Eisendraht in vertikaler Richtung ruckweise niedergeht, bewegt sich der Kupferstreifen horizontal ruckweise vorwärts und empfängt auf seinem Wege den Druck eines kleinen Stempels, welcher in der Mitte des Streifens eine etwa $1/2$ mm tiefe Höhlung mit einem etwas größeren Durchmesser als der Draht macht, so daß das Drahtende leicht in dieselbe hineintreten kann. Sind dann Kupferstreifen und Eisendraht an der richtigen Stelle angelangt, d. h. ist das Drahtende in die kleine Vertiefung des Kupferstreifens eingedrungen, so vollzieht diese geistreich konstruierte Maschine die interessanteste Funktion. Der Kupferstreifen ist bei seinem Eintritt in die Maschine zwischen die zwei Teile eines Durchstoßes eingeführt worden, der Draht aber beim herabgehen zwischen die Backen und die Spitzenpresse einer Stiftmaschine gelangt, Durchstoß und Stiftmaschine haben in diesem Falle die Eigentümlichkeit, daß der erstere in umgekehrter Richtung, d. h. von unten nach oben arbeitet und so das ausgestoßene Scheibchen emporhebt, die Stiftmaschine aber hat keine Kopfpresse. Der Stempel des Durchstoßes, welcher das heraus-

gestoßene Scheibchen trägt und beim aufsteigen unter das Drahtende bringt, bildet daran einen Vorsprung, um die Vereinigung des Nagelschaftes mit dem Kupferscheibchen zu bewirken. Hierbei vollzieht sich eine doppelte Operation, indem die Backen, welche den Draht festhalten, unterhalb einen kleinen vorspringenden Wulst haben, der in das Kupferscheibchen rings um den Nagelschaft eindringt und in demselben Augenblicke, in welchem sich der Nagelkopf anstaucht, eine vorläufige Fassung hervorbringt, welche den Nagelkopf vollkommen genügend festhält, um ihn gegen die Stöße widerstandsfähig zu machen, welche derselbe im weiteren Verlaufe der Fabrikation, namentlich beim passieren der Scheuertonne, erhält. Die endgültige Form und vollständige Solidität, welche den Hauptvorzug dieses ausgezeichneten Produktes bildet, wird mittels einer zweiten, einfacheren Maschine hergestellt, welche als Hauptorgan ein horizontales, durch Druck wirkendes Prägewerk enthält. Die Matrize, welche die erhaben gewölbte Fläche des Nagelkopfes bildet, erhält durch einen Daumen eine hin- und hergehende Bewegung, während der Stempel, welcher die Höhlung des Kopfes formt, fest mit dem Maschinengestell verbunden ist. Von diesen Maschinen waren im Jahre 1869 in den Pariser Ziernagelfabriken bereits vier Stück in Thätigkeit, welche zusammen täglich 170000 Nägel, entsprechend einem Totalgewicht von 50000 kg pro Jahr, zu liefern vermochten.

Die Nägel mit Porzellanköpfen, in welchem Fache Deutschland obenan steht, fertigt man in folgender Weise: Die Porzellanköpfe werden aus der betreffenden Masse durch pressen geformt, gebrannt und glasiert und erhalten dabei behufs Aufnahme des Stiftes eine Vertiefung, welche mit einem schmelzbaren Material ausgefüllt wird. Hierauf wird der Stift eingesetzt und durch erhitzen und nachheriges erstarren jener Masse befestigt. Letztere ist entweder ein asphalt- (pech-) ähnliches Material oder auch eine leichtflüssige Legierung.

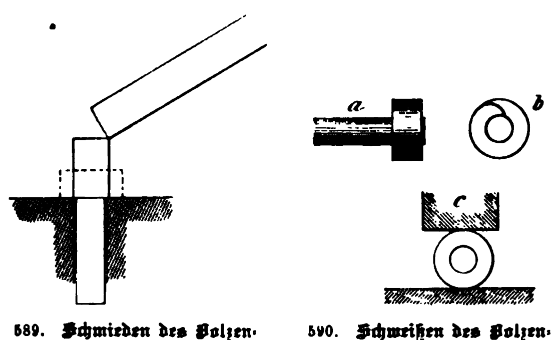
588. Rouleauhaken.

Eiserne Nägel mit messingenen Köpfen oder Haken mit eisernen Spitzen oder Schrauben werden durch angießen der Köpfe oder Haken gefertigt. Die Schäfte werden, durch schmieden u. s. w. hergestellt, in entsprechende Sandformen gelegt, worauf das Messing herumgegossen wird. Alsdann werden die Köpfe abgedreht, die Haken befeilt und poliert. Handelt es sich um die Anbringung plattierter Kopfstifte, so verwendet man, wie bekannt, einen Überzug von geignetem Blech, das z. B. aus Messing bestehen kann und als solches auch vielfach für derartige Überzüge beliebt ist. Bei der Herstellung kann man sich nach einem neuen Verfahren in folgender Weise verhalten: Über den Kopf eines gewöhnlichen Eisennagels wird eine passende, durch stanzen in bekannter Weise hergestellte Messingkappe gestülpt, worauf, nachdem der Nagel in eine Matrize eingesetzt, die Befestigung der ersteren durch einen Stempel erfolgt, dessen zapfenartiger Teil für genannte Kappe der in der Matrize gelassenen Aussparung entspricht. Die untere Fläche des Zapfens ist konkav und von entsprechender Form, so daß, wenn der Stempel unter Druck gegen die Matrize bewegt wird, die Messingkappe die Form der Aushöhlung des Zapfens annimmt und die Kante der Kappe sich unter den Kopf des Nagels legt.

Wie zur Verzierung der Nagelköpfe, so können derartige Bekleidungen auch zur Verbindung zweier Teile und natürlich dabei gleichzeitig zur Verschönerung dienen. So zeigt z. B. die Abb. 588 die Anfertigung von Schraubenhaken, wie sie als Rouleauhaken ausgedehnte Verwendung finden. Der Bolzen, welcher später durch umbiegen zum Haken gebildet wird, wird mit seinem Kopf auf den Schraubennagel gesetzt, und mittels des niedergehenden Stempels geschieht das zusammenlegen der Kappe, indem, wie dies im vorhergehenden beschrieben wurde, die letztere nach der Form der Stempelaushöhlung gebogen wird.

Bolzen, Niete und Schrauben.

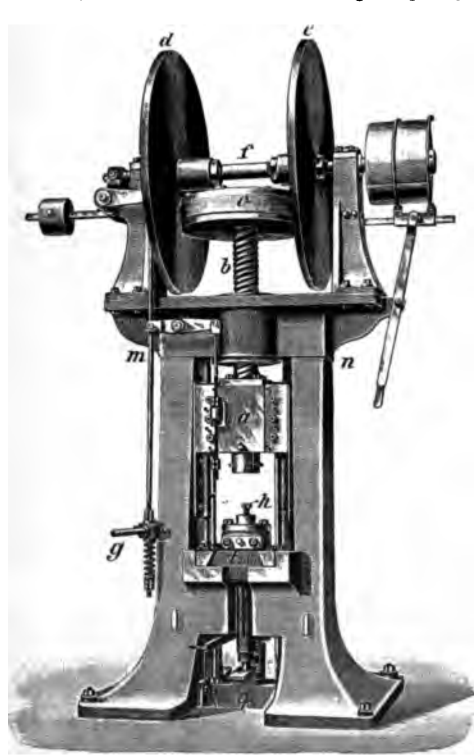
Nägel und Nadeln haben die Eigenschaft miteinander gemeinsam, daß sie sich ihren Weg selbst durch das Material zu bahnen haben — nur in seltenen Fällen bohrt man vor — während Bolzen und Niet ihr Lager fertig vorbereitet finden.



589. Schmieden des Bolzenkopfes. 590. Schweißen des Bolzenkopfes.

Niet und Bolzen unterscheiden sich für sich lediglich durch die Art des Schlusses voneinander: der des Nietes ist unlösbar, während Bolzen — und Schraubenbolzen — so eingerichtet sind, daß sie jederzeit ohne beabsichtigte Gewalt gelöst werden können.

Die Herstellung des Schraubenbolzens und der groben Niete von Hand auf warmem Wege kann in zweierlei Weise erfolgen, je nachdem man den Kopf anstaucht oder anschweißt. Im ersteren Fall setzt man das Eisen im Rundgesenk so ab, daß es die richtige Schaftstärke erhält, und schrotet dann bis auf einen geringen Zusammenhang ab, biegt um (Abb. 589), bricht ab und staucht den Kopf an. Ein flinker Schmied bekommt dann noch in derselben Wärme den Kopf fertig. Bei größeren Schrauben wird der Kopf durch anschweißen eines Ringes (Abb. 590 a—c) hergestellt, der dann (Abb. 590c) auf dem Amboß aus freier Hand sechskant geschmiedet wird, ganz so, wie es bei der Herstellung der Mutter (Abb. 599) beschrieben ist. — Kleine Schrauben werden kalt von der Stange abgestochen, wozu in der Regel besondere Bänke mit Revolvereinrichtung verwendet werden, wie im Kapitel „Reißzeug" eingehend beschrieben ist.

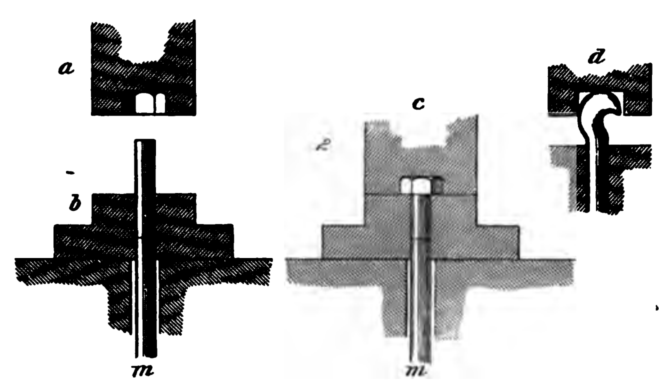


591. Friktionsschraubenpresse. (Zu S. 237 f.)

Die Herstellung des Nietes auf kaltem Wege ist sehr ähnlich mit der des Drahtstiftes. Ein wesentlicher Unterschied indessen liegt in dem Material. Während der Drahtstift hart sein, also die ihm durch das ziehen erteilte Härte und Steifigkeit behalten muß, wird zum Niet möglichst weiches Eisen genommen, welches durch ausglühen nach der Herstellung noch besonders weich gemacht wird, wenigstens soweit das Niet kalt verarbeitet werden soll. Dies findet bei allen kleinen Nieten statt. Schwere Niete, wie sie für den Reservoir-, Brücken- und Kesselbau verwendet werden, werden, wie a. a. O. ausführlich geschildert worden, bekanntlich in glühendem Zustand — der Praktiker sagt: warm — geschlossen. Sonst finden wir bei dem Niet denselben Vorgang, wie bei dem Stift: Vorschub, festklemmen, anpressen des Kopfes, Vorschub und abschneiden. Einen feinen Unterschied bemerken wir noch bei dem letztgenannten Vorgang: Beim Drahtstift ist mit dem abkneifen die

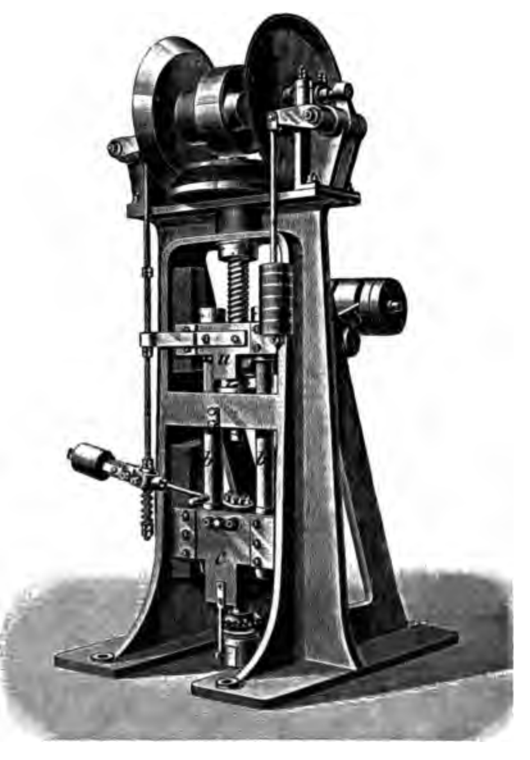
Spitzenbildung vereinigt, welche letztere beim Niet entfällt; das abkneifen wird daher durch abschneiden ersetzt.

Große Niete und Bolzen werden, wie warm geschlossen, so auch warm gebildet. Es entfällt daher die in der Abb. 534 (Nägel) angegebene Vorarbeit; das glühende Material ist weich genug, um unmittelbar aus dem Cylinder in den Kopf, wie auch bei der Schraube, verwandelt werden zu können. Hier hat das Rohmaterial auch keine endlose Drahtform, sondern wird in abgeschnittenen Stücken aufgegeben, die zunächst in das Feuer wandern und der Maschine — nur bei gelegentlichem Bedarf dem Schmied — zugereicht werden. Solche Maschinen führen den Namen „Bolzenpressen".



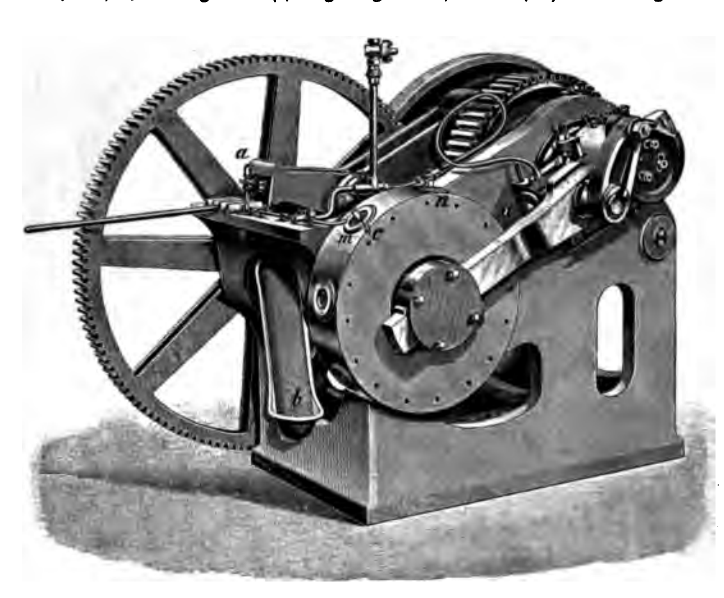
592. Stempeln des Kopfes.

Diese Pressen werden in den verschiedensten Formen gebaut. Abb. 591 zeigt eine der neuesten Anordnungen, wie sie von der auf diesem Gebiete maßgebenden Firma C. W. Hasenclever Söhne, Düsseldorf, ausgeführt wird. — Zwischen den Führungen eines kräftigen gußeisernen, vertikalen Gestelles bewegt sich ein Klotz, der Bär a, auf und ab. Diese Bewegung wird ihm erteilt durch die Schraubenspindel b, welche durch die Friktionsscheiben c, d und e bethätigt wird. Die letzten beiden befinden sich auf der gemeinsamen Welle f, welche, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, durch einen Riemen angetrieben wird, und zwar derart verschiebbar, daß je nach Bedarf die eine oder die andere mittels des Steuerhebels g mit der mittleren Scheibe c in Berührung gebracht werden kann. Da die Scheiben e und d gleiche Bewegungsrichtung haben, aber die Scheibe c von verschiedenen Seiten angreifen, so wird letztere durch diese eine je entgegengesetzte Bewegungsrichtung erhalten und so dem Bären die erwähnte Bewegung erteilen. Derselbe ist nun mit einer auswechselbaren Matrize (Abb. 592a) versehen, welche die Aufgabe hat, den Kopf zu formen. Ihm gegenüber befindet sich der Bolzenhalter (Abb. 592b), in welchen der glühende Stift gesteckt wird. Den Widerhalt nach unten bildet ein Bolzen m, der zunächst, je nach der Länge der zu fertigenden Schraube, eingestellt wird und sich auf ein Querstück q stützt, das — mit dem Bären a durch Schrauben fest verbunden — nach erfolgtem Schlag mit diesem aufwärts geht, den



593. Friktionspresse (System Vincent). (Zu S. 238 f.)

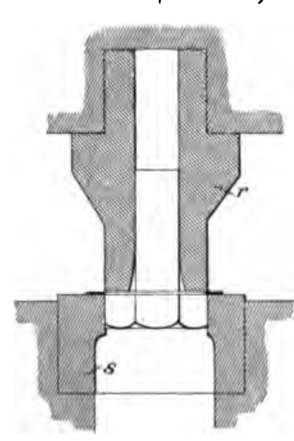
Schraubenbolzen nach seiner Fertigstellung emporhebt und in die in der Abb. 591 erkennbare Lage bringt. Der Schmied ergreift ihn dann mit der Zange und wechselt den geschmiedeten Bolzen h gegen einen neuen Stift aus. — Zur Herstellung eines gewöhnlichen sechskantigen Kopfes genügt die frei vorstehende Länge von annähernd drei Durchmessern. Viel länger darf der Stift nicht vorstehen, weil sonst nicht ein stauchen in sich, sondern eine Krümmung erfolgt, wie in der Abb. 592 d angegeben.



594. Revolvernietenpresse.

Bei langen Bolzen ist das einbringen der Stifte und das herausheben der geschmiedeten Bolzen nach oben nicht ohne weiteres möglich. Für solche Fälle wird der Tisch t, wie in der Abb. 591 angegeben, mit einer Führung versehen, also verschiebbar angeordnet und mittels eines Tritthebels nach vorn gezogen, so daß der Stift eingesteckt oder der fertige Bolzen herausgehoben werden kann.

Die bei dieser Presse angewendeten ebenen Friktionsscheiben für den Antrieb der Spindel bewirken eine Änderung der Geschwindigkeit der letzteren; die zuerst von einem kleineren Kreise der Scheibe d oder e getriebene Scheibe c gelangt auf ihrem Wege nach unten an größere Kreise und läuft dementsprechend schneller um. Die Geschwindigkeit des Bären ist also am größten im Momente des auftreffens; er wirkt also nicht nur durch Preßdruck, sondern auch durch seine Wucht, letztere vermittelt durch die Scheibe c, und durch die damit der Spindel und ihm selbst erteilte große Geschwindigkeit. Diese Eigenschaft hat die in der Abb. 593 dargestellte Presse, System Vincent, nicht. Der Antrieb erfolgt hier durch konische Räder, welche dem Bären eine gleichmäßige Bewegung und damit mehr eine nur pressende Wirkung erteilen. Diese Presse hat, unabhängig von diesem vielfach zu findenden konischen Antriebe, noch die besondere Eigenheit, daß die Arbeitsbewegung von unten nach oben stattfindet. Die Mutter der Spindel befindet sich in der Abb. 591 in dem Kopf des Rahmens und erteilt dieser unmittelbar die besprochene Auf- und Abbewegung, während sie sich in der Abb. 593 in dem verschiebbaren Kopf a befindet, welcher durch schwere Bolzen b, b mit dem Bären c in Verbindung gebracht ist. Dieser nun nimmt, wie früher der Amboß, den glühenden Stift auf, führt ihn nach oben und preßt ihn gegen die ruhende Matrize. Beim niedergehen stößt sich dann der fertige Bolzen in die Höhe, so daß er herausgenommen werden kann. —

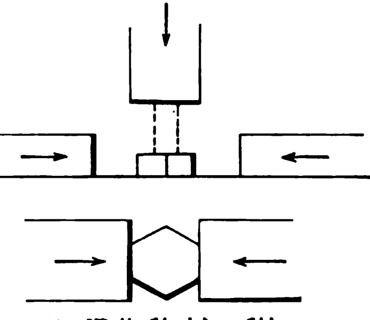


595. Abgraten.

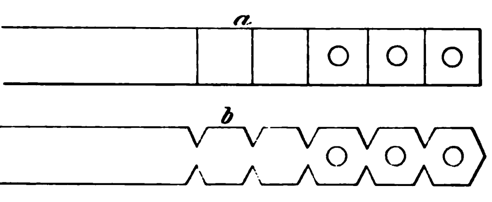
Das Gestell der Presse (Abb. 591) besteht, entgegen der sonst üblichen Bauart, aus zwei durch kräftige Bolzen zusammengehaltenen Teilen, deren Trennungslinie in der

genannten Abbildung durch m, n angegeben ist. Der Bau wird dadurch zwar kostspieliger, aber auch solider. Ein etwaiger Bruch, welcher bei dieser Maschinengattung leicht eintritt, wird auf die genannten Bolzen geleitet, welche dem Gestell außerdem noch eine sehr wohlthätige Elastizität erteilen. Letztere wird bei der Anordnung der Abb. 593 durch die Bolzen b hineingetragen, so daß hier eine Zusammensetzung des Gestelles im obigen Sinne nicht erforderlich ist.

Zur Herstellung der größeren Niete, Bolzen mit halbkugelförmigen Köpfen wird die rotierende oder Revolvernietenpresse verwendet, wie sie in der Abb. 594 dargestellt ist. Die in einem nebenstehenden Ofen an den Enden gut erwärmten Stangen werden von einer bei a sichtbaren Schere, welche für den gleichzeitigen Schnitt von mehreren Stangen eingerichtet ist, auf genaue Länge abgeschnitten und fallen in die Tasche b, von wo aus sie der Arbeiter in eine Höhlung c der sich langsam drehenden Scheibe des Revolvers steckt. Während nun dieser Stift weiter wandert, gelangt ein weiterer Stift in das folgende Loch, so daß immer mindestens zwei solcher Rohstücke zum pressen bereit sind. Dies, das kopfmachen, wird durch einen Döpper d bewirkt, welcher in der Abbildung noch zur Hälfte erkennbar ist und von einer Welle bethätigt wird, welche achtmal soviel Umdrehungen macht, als die Achse des Revolvers, der mit acht Löchern zur Aufnahme der Stifte versehen ist. Ist ein solcher an der richtigen Stelle, dem Döpper gegenüber, angelangt, so ist auch dieser schon dabei, die Pressung auszuüben und den Kopf zu formen, worauf das nun fertige Niet weiter wandert und bald darauf herausfällt. Da die Welle des Döppers 34 Umdrehungen in der Minute macht, so liefert die Maschine bei ununterbrochenem Betriebe 2240 Niete in der Stunde, so daß man unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Unterbrechungen auf 10 bis 15000 Niete den Tag rechnen kann.

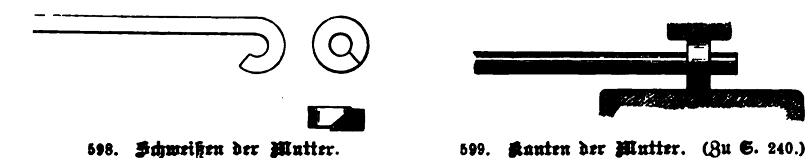


596. Mutterschmiedemaschine.



597. Schmieden der Mutter.

Die auf Friktions- und Revolverpressen hergestellten Köpfe haben gewöhnlich einen Grat, welcher entfernt werden muß. Hierzu dienen Pressen, welche in der in Abb. 595 dargestellten Weise arbeiten; die Bolzen werden in eine stählerne Matrize s gesteckt, während die von oben herabkommende Matrize r den Grat abtrennt.



598. Schweißen der Mutter. 599. Kanten der Mutter. (Zu S. 240.)

Die Kopfbildung findet auch in anderer Weise statt, indem nämlich dem Stempel nur das stauchen, die Formgebung aber an zwei bewegliche Backen übertragen wird, wie in der Abb. 596 angegeben. Der Bau dieser Maschinen erinnert, auch in ihrer Kompliziertheit, vielfach an die Stiftmaschinen. Es würde daher zu weit führen, demselben näher zu treten.

Die Muttern werden durchweg aus Flacheisen hergestellt, dessen Querschnitt in den meisten Fällen den Dimensionen der Mutter unmittelbar entspricht. Bei der Handarbeit hat das Eisen die Schlüsselweite als Breite. Der Schmied kerbt in derselben Entfernung kräftig ein, locht (Abb. 597a) und haut dann einzeln ab.

Um noch bequemer zur Sechskantfigur zu gelangen, kerbt man auch von der Seite her (Abb. 597b) ein und hat dann nur noch die Flächen glatt zu schmieden.

Die Mutter gelangt nun zum zweitenmal in das Feuer und erhält dann ihre endgültige Form: vierkant durch einfaches glätten der Flächen oder sechskant durch geschicktes wegdrücken der Ecken unter Beibehaltung zweier Seiten in Schlüsselweite. Am liebsten hämmert der Schmied jedoch die Mutter zunächst rund und schmiedet sie dann erst sechskant. Die Fase (obere Abrundung) wird mit Hilfe eines Döppers hergestellt.

Größere Muttern werden auch wohl geschweißt. Der Schmied reckt sich ein Vierkanteisen aus und biegt davon Ringe, welche er mit einer Ausschärfung zusammenlegt (Abb. 598), ähnlich, wie bereits beim kopfmachen (Abb. 590) gezeigt. Dann wird Hitz gemacht und geschweißt, wobei zuerst ein runder Ring entsteht, welcher (Abb. 599) lediglich nach Augenmaß zum Sechskant verarbeitet wird. Selten und nur bei besonderen Anforderungen benutzt der Schmied noch das Sechskantgesenk zum nachschlichten. Abfall ist hier nicht vorhanden; bei der gelochten Mutter beschränkt er sich lediglich auf den dadurch entfallenden Putzen.



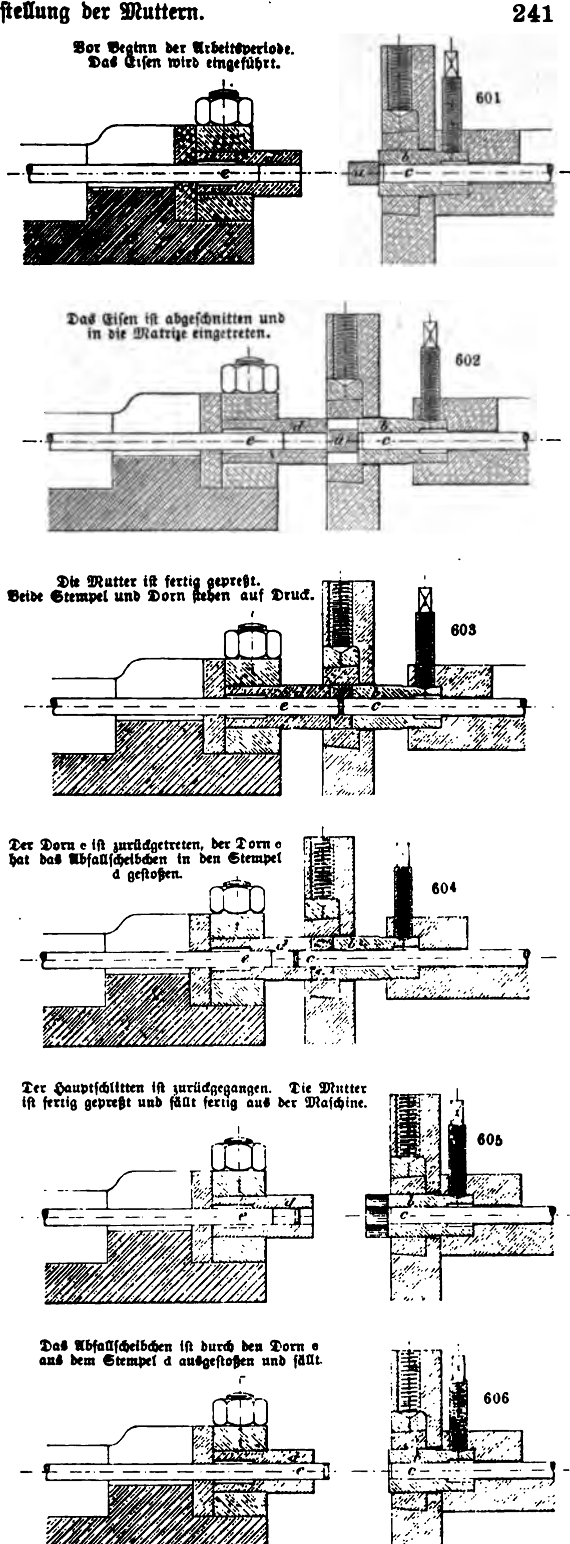
600. Wilhelm Funcke.

Der Schwerpunkt der Fabrikation liegt bei den Muttern, wie bei den Schrauben, in der Verwendung der Maschine, der Mutterpresse, welche in Deutschland zu Anfang der 50er Jahre von Wilhelm Funcke eingeführt worden ist. Wilhelm Funcke wurde im Jahre 1820 in Hagen (Westfalen) als Sohn des Indigofabrikanten gleichen Namens geboren, welcher im Jahre 1844 mit F. Hueck die erste Holzschraubenfabrik in Deutschland gründete, an welcher sich der Sohn mit eiserner Energie beteiligte, und welche letzterer, gedrängt durch das sich damals entwickelnde Eisenbahnwesen, zu einer großartigen Schraubenfabrik erweiterte. Dieselbe führte ihn (1860) zur Einrichtung der ersten deutschen Gesenkschmiederei, sowie auch zur Gründung des Hütten- und Walzwerkes Funcke & Elbers, Hagen in Westf. Auch auf sozialem Gebiete hat sich Wilhelm Funcke lebhaft bethätigt. Er starb am 14. November 1896.

Um auch bei der Presse den Abfall möglichst zu mindern, wird die Sechskantform vielfach durch seitliches einpressen vorgebildet, worauf das abschneiden und fertigpressen der Kopfbildung des Bolzens ähnlich erfolgt. Diese an sich recht einfache Arbeit erfordert einen recht kompliziert erscheinenden Mechanismus, welcher sich an die Herstellung der Abb. 597b anlehnt und sich nur mit Hilfe von Einzelzeichnungen und Schnitten erläutern läßt. — Neuerdings werden von der mehrgenannten Firma C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf Mutterpressen hergestellt, bei welchen der Abfall sogar für die Lochung auf das Allermindeste zurückgebracht worden ist, so daß nur ein kleines Scheibchen als Nebenerzeugnis entsteht. Wir sehen in der Abb. 601 bei a den Querschnitt der der Maschine dargebotenen glühenden Eisenstange und rechts davon das sechseckige Gesenk, augenblicklich durch einen darin befindlichen Sechskantstempel b, der den Lochstempel c enthält, ausgefüllt. Links befindet sich eine Führung, in welcher sich der Lochstempel e bewegt. In der nun folgenden durch Abb. 602 dargestellten Periode ist das erforderliche Stück a von der Stange abgeschnitten

und in die inzwischen freigewordene Matrize gelangt, wo sie zunächst durch die Köpfe b und d für die nun folgende Lochung festgehalten wird. Dieselbe erfolgt (Abb. 603) von beiden Seiten her durch vorgehen der Stempel c und e, welche das Material nach außen pressen. Gleichzeitig geht auch der Kopf d etwas vor, so daß der von ihm und den beiden Stempeln in der Matrize übriggelassene Raum genau dem Inhalt des abgetrennten Stückes a entspricht. Das Material wird also scharf in alle Ecken gepreßt und nimmt so genau die innere Form der Matrize und damit die Gestalt der Mutter an. Nunmehr geht (Abb. 604) der Stempel e zurück, während c einen neuen Vorstoß macht, wodurch der zwischen beiden stehengebliebene Putzen herausgelocht wird und sich in den Kopf d hineinschiebt. In der Abb. 605 ist die Matrize zurückgezogen, wodurch die Mutter frei geworden ist. Sie fällt ab, worauf (Abb. 606) der Stempel e den Putzen als das einzige Abfallstück herauswirft. Dieses Stück reguliert gleichzeitig die Wirkung der Presse mit Bezug auf das vorgegebene Rohstück, welches nicht immer genau die vorgeschriebene Größe haben kann. Ist die Eisenstange zu stark, so enthält das Rohstück etwas mehr Material, als nötig ist, und der Putzen fällt etwas stärker aus, im entgegengesetzten Fall etwas schwächer. Die hierdurch bedingte Verschiedenheit in dem Vorschub der Stempel c und e wird durch die absichtlich hineingetragene Elastizität des Gestelles ausgeglichen. Es ist dies ein Punkt von höchster Bedeutung, welcher erst in der Neuzeit richtig gewürdigt worden ist und bei den älteren Systemen dieser Art Maschinen vielfach zu Bruch geführt hat.

Wir bemerkten schon oben, gelegentlich der Beschreibung der Schraubenpresse (Abb. 591), daß der gußeiserne Rahmenständer zusammengesetzt sei, und daß durch die



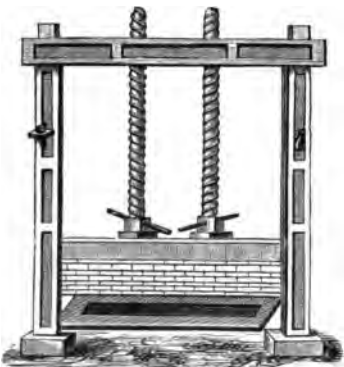
601—606. Mutterpresse.

dabei erforderlichen Verbindungsbolzen eine gewisse Elastizität hineingebracht wurde. Diese Elastizität wird bei einigen Maschinen der genannten Fabrik noch durch einlegen von gewaltigen Federn vermehrt. Endlich wird häufig noch ein Bruchstück eingeschaltet, wie es auch bei dem Walzenständer der Abb. 83 u. 84 (Walzwerk) angewendet worden ist, welches dann zerbricht, wenn auch die durch jene Elastizität hineingetragene Nachgiebigkeit die zulässige Grenze überschreitet.

607. Mutterfräsmaschine.

Wie bei den Bolzenköpfen ist auch bei den Muttern mindestens auf der äußeren Seite eine Abfasung üblich, nicht nur des besseren Aussehens wegen als auch aus praktischen Gründen. Soweit diese Abfasung nicht bereits beim pressen oder schmieden angebildet wird, stellt man sie namentlich bei besserer Ware durch abdrehen her, wozu Maschinen der in der Abb. 607 angegebenen Art verwendet werden. Die geschmiedete Mutter wird in das Futter f gesteckt und mittels des Handrades auf den Dorn s der sich drehenden Spindel geschoben, deren Kopf 4 Messer trägt, von denen zwei die Eckenabfasung und zwei andere den etwa noch stehen gebliebenen Grat fortzunehmen bestimmt sind. Um zu verhindern, daß die vorstehenden Enden der die Stähle haltenden Schrauben den Arbeiter verletzen, ist der ganze Kopf mit einem Konus versehen, in welchen, wie aus der Abbildung ersichtlich, die Schrauben eingelassen werden.

Aus dem Bolzen entsteht die Schraube oder der Schraubenbolzen durch Anbringung eines Gewindes, einer gleichmäßig ansteigenden vertieften oder aufgewunden gedachten Spirale.

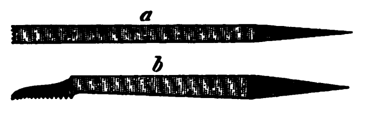


608. Römische Presse (Pompeji).

Solche Spiralen zeigt uns schon die Natur: Bohnen, Hopfen und wie alle die Schlinggewächse heißen, umwinden ihren Halt in Spiralen. Dabei ergeben sich gleichzeitig Unterschiede: die Bohne geht rechts- und der Hopfen linksherum auf, wobei man sich über die Windung von links unten nach rechts oben als „rechtsgängig" geeinigt hat. Die meisten Schrauben sind rechtsgängig. Es hat dies wohl seinen Grund in der Eigenheit des Baues unseres Armes, welcher eine drehende Kraftäußerung in der Richtung rechtsherum beim rechten Arm und linksherum beim linken Arm leichter gestattet. Linkshänder drehen daher lieber Schrauben mit linkem Gewinde ein, weshalb für sie ein links gewundener Korkenzieher gebaut wird.

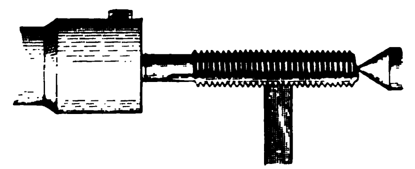
Wann wohl die erste Schraube gefertigt sein mag, ist schwer zu sagen. Reuleaux nimmt als erste Maschine den Feuerbohrer an, und es ist denkbar, daß sich gelegentlich der Herstellung eines solchen beim eindrehen eines Stückes Holz in ein anderes — das eindrehen geht leichter von statten, als das eindrücken — das erste künstlich hergestellte Gewinde gezeigt hat, verursacht durch eine harte Stelle in dem Wirbel oder der Unter-

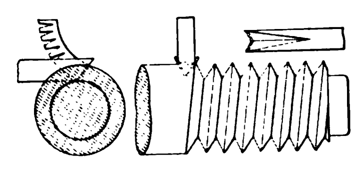
lage. — Die älteste Verwendung der Schraube scheint die als Preßschraube gewesen zu sein. Befestigungsschrauben treten erst mit der vollendeteren Metallbearbeitung auf; sie wurden noch im frühen Mittelalter durch Niete ersetzt und traten wohl erst dann hervor, als man anfing, Wert auf die leichte Lösbarkeit zu legen. Abb. 608 zeigt die vielleicht älteste Darstellung einer Preßschraube. Hiernach wird auch wohl das zu den ältesten Schrauben verwendete Material das Holz gewesen sein. Das Schraubengewinde war hier leicht auszuarbeiten, und die Gänge in der Mutter konnten durch eingebohrte und innen vorstehende Stifte ersetzt werden. Eine in die Schraube eingesetzte scharfe Schneide brachte dann wohl die erste richtig mit Gängen versehene Mutter hervor, wodurch der Weg zum schraubenschneiden endgültig angebahnt war. In früheren Zeiten hat man die Gewinde aufgelötet. Die alten Schraubstockspindeln wurden noch in den 50er Jahren in der Weise hergestellt, daß man ein feines Quadrateisen recht gleichmäßig um die Spindel wand und verlötete. Dann wurde ein gleiches Quadrateisen etwas locker in diese Gänge gewunden, eine Hülse darüber getrieben und die Spindel vorsichtig herausgedreht, wobei die Spirale in der Hülse sitzen blieb. Diese wurde dann ebenfalls verlötet.



609. Strähler oder Strahleisen.

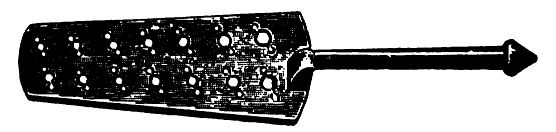
Die Drehbank, schon die uralte und heut noch zu findende mit hin- und hergehender Bewegung, vermittelte den weiteren Fortschritt und gestattete bald die Herstellung der


610. Schneiden des Strählers.


611. Geißfuß.

Schrauben in recht regelmäßiger Form vermittelst des Strahleisens oder Strählers. Dasselbe besitzt (Abb. 609a und b) einige scharfe, dem herzustellenden Gewinde entsprechende Zähne, mit denen es von Hand gegen das sich drehende Material leicht gepreßt und gleichzeitig gewandt vorangeschoben wird, so daß der zweite Zahn den vom ersten Zahn beschriebenen Gang trifft. Dies treffen wird wesentlich erleichtert, wenn der scharfkantige Rücken der Spitzen die richtige Schräge besitzt und auf diese Weise gleich richtig leitet. Man fertigt aus diesem Grunde (Abb. 610) den Strähler gern mit Hilfe eines Gewindebohrers an, wodurch das zu schneidende Gewinde wesentlich besser vorbereitet wird.

In dieser Weise werden noch heute die Gewinde von den Drechslern in Horn und Holz geschnitten, während die metallene Schraube fast ausschließlich mit besseren Mitteln hergestellt wird. Doch wird beim Holz auch statt des immerhin wenig schneidigen Strählers ein V-förmig angeschliffener Stahl (Abb. 611), Geißfuß genannt, verwendet, der allerdings bereits auf irgend eine Weise gezwungen werden muß, den genauen Schraubengang einzuhalten.


612. Schneideisen. (Zu S. 244.)

Zur Herstellung des Gewindes der Metallschrauben führen, abgesehen von dem oben beschriebenen auflöten, verschiedene Wege: schneiden, fräsen, schmieden und walzen. Hierzu tritt das gießen, welches ein Modell voraussetzt und wohl keiner besonderen Erläuterung bedarf.

Zum schraubenschneiden führen wieder zwei Wege: die Kluppe und die Drehbank.

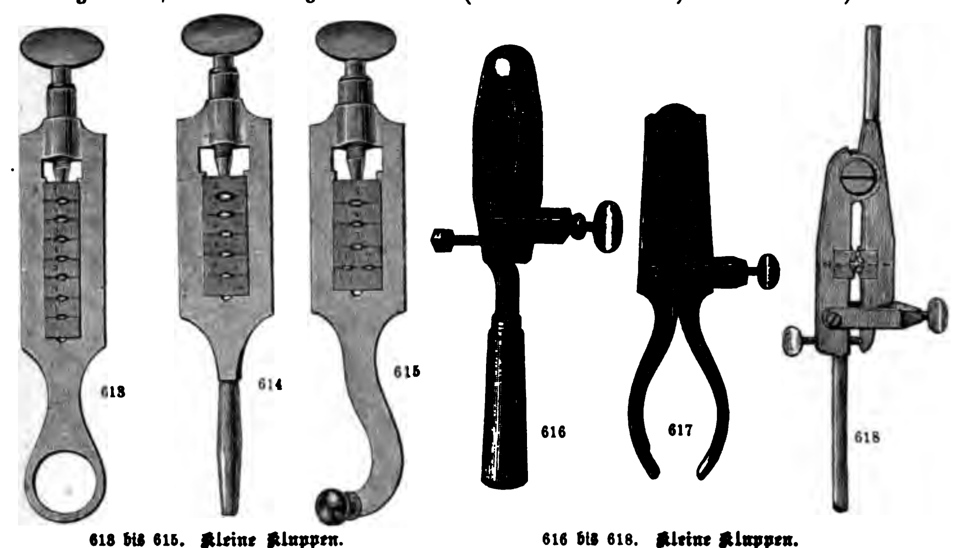
Die Kluppe ist an sich aufzufassen als eine stählerne und gehärtete Mutter, welche innen, einfach durch ausarbeiten von Nuten, mit Zähnen versehen ist. Ihre Anfertigung setzt das Vorhandensein eines Gewindebohrers voraus, welcher in ureinfachster Weise von Hand ausgefeilt oder mit der Kluppe oder auf der Drehbank geschnitten sein kann.

Die Anfertigung eines Schneidzeugs kann also mit der Kluppe beginnen, wenn man einen Bohrer hat, oder mit dem Gewindebohrer, wenn eine Kluppe zur Verfügung steht, hat aber wohl ihren naturgemäßen Anfang in der gehärteten und mit Schneiden versehenen Schraube, also im Gewindebohrer.

Das einfachste Werkzeug zum schraubenschneiden ist das **Schneideisen** (Abb. 612), welches als eine Vereinigung verschiedener, in der oben genannten Art hergestellter schneidenden Stahlmuttern anzusehen ist. Es hat die Eigenheit, abgesehen von der Abnutzung, stets genau gleiche Schrauben zu liefern, was oft erwünscht ist; setzt dabei aber voraus, daß es gelingen kann, den Span mit *einem* Male herauszuschneiden, und ist daher in der genannten Form meist nur für schwache Schrauben zu verwenden.

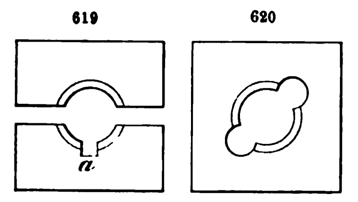
Überall da, wo man gezwungen ist, mehrmals über den Bolzen entlang zu gehen, um das Gewinde in der ganzen erforderlichen Tiefe herauszuschneiden, verwendet man die eigentliche **Kluppe**, ein Schneideisen mit verstellbaren Backen.

Bei den kleineren Gattungen der Kluppen setzt man meist mehrere Backen nebeneinander, so daß man eine entsprechende Anzahl verschiedener Größen darin unterzubringen vermag. Diese Backen liegen entweder (Abb. 613 bis 615) in einem Rahmen und



613 bis 615. Kleine Kluppen. 616 bis 618. Kleine Kluppen.

werden durch eine Schraube zusammengepreßt oder (Abb. 616 bis 618) zwischen den Schenkeln einer Schere, welche durch eine Bügelschraube bethätigt wird. Die Backen dieser, wie auch vielfach noch der größeren Kluppen, erhalten eine ziemlich primitive Schneide (Abb. 619), welche eigentlich mehr quetscht als schneidet. Seit einigen Jahrzehnten hat man begonnen, hierauf mehr Aufmerksamkeit zu verwenden, und den Schneidewinkel (Abb. 620) verringert, so daß ein wirkliches Abrollen des Spanes bewirkt wird. Immerhin begnügt man sich auch heute noch vielfach mit einem einfachen, winkelrechten Ausschnitt, wie in der Abb. 619 bei a angegeben.

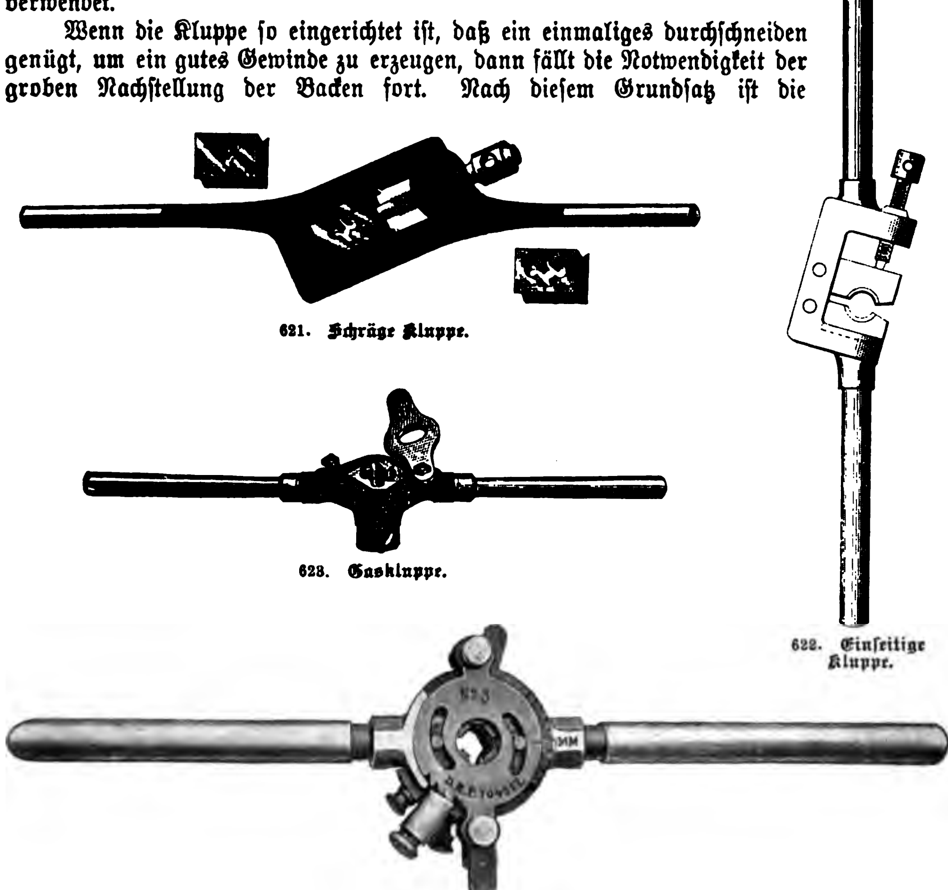


619 Ältere 620 neuere Form der Backe.

Die größeren Kluppen unterscheiden sich sowohl in der Art und Weise der Schneidenbildung, als auch in der Unterbringung und Zusammenspannung der Backen. Die ältere und heute noch recht verbreitete Art ist die in der Abb. 621 dargestellte schräge Kluppe, der sich des bequemen ansetzens wegen die einseitige Kluppe Abb. 622 hinzugesellt hat und welcher sich in den letzten Jahren eine ganze Reihe anderer und zum Teil recht zweckmäßiger Formen angereiht hat. Bei diesen Neuheiten ist auch das Bestreben maßgebend gewesen, das Werkzeug am schrägschneiden

zu verhindern, was namentlich bei großen Durchmessern leicht vorkommt. Man versieht die Kluppen daher, wie man es zuerst bei Gaskluppen gethan hat, mit Führungen (Abb. 623), welche der Arbeit eine größere Sicherheit geben. Ferner ist man bestrebt, die Einstellung oder das nachspannen der Backen recht fein zu bewirken, weshalb man (Abb. 624), Winterhoff, anstatt des direkten Schraubendruckes eine exzentrische Führung auf die Backen wirken läßt und vermittelst einer Skala das ablesen der Stellung und damit das genaue wiederfinden ermöglicht. Eine sehr große Sorgfalt ist auf die Schneidwirkung der Backen bei der Halbachschen Kluppe (Abb. 625) verwendet.

Wenn die Kluppe so eingerichtet ist, daß ein einmaliges durchschneiden genügt, um ein gutes Gewinde zu erzeugen, dann fällt die Notwendigkeit der groben Nachstellung der Backen fort. Nach diesem Grundsatz ist die



621. Schräge Kluppe.

623. Gaskluppe.

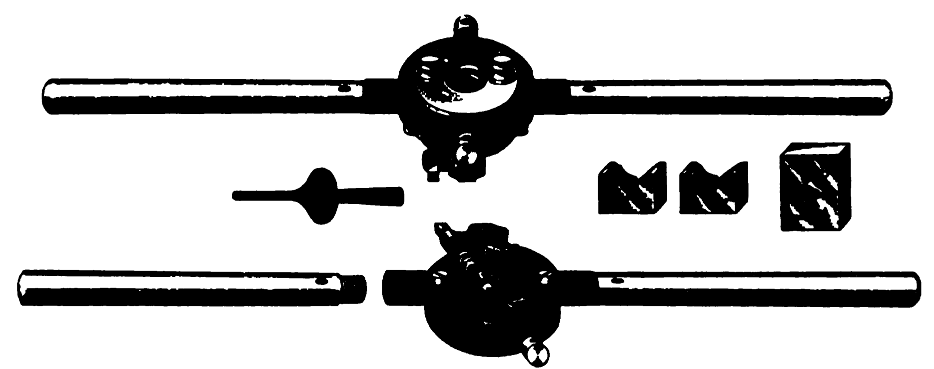
622. Einseitige Kluppe.

624. Kluppe von Winterhoff.

Viktoriakluppe von Westphal (Vogel & Schemann) in Köln gebaut. Die Schneidpatrone, welche die Backen ersetzt, ist (Abb. 626) als ein starkwandiges, kurzes Rohr ausgeführt, welches tief eingefräst ist, so daß die Schneidbacken, welche unten zusammenhängen, etwas federn können. Über dieselben wird ein ebenfalls federnder Ring gestreift, welcher zusammengespannt werden kann, wodurch die geringe erforderliche Verstellbarkeit gewährt wird. Selbstverständlich ist auch hier für jede Gewindegattung eine besondere Patrone erforderlich. Die verhältnismäßig große Länge derselben ermöglicht einen sanften Übergang vom vor- zum nachschneiden und gibt gleichzeitig die gewünschte Führung, welche auch, wie die Hauptabbildung zeigt, mit dem Spannring verbunden wird.

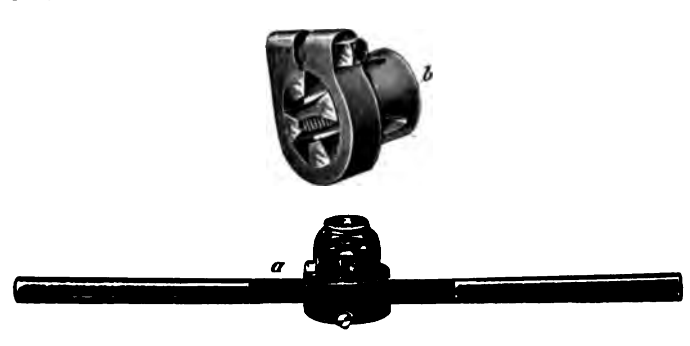
Das Endglied dieser Bestrebungen — Verminderung der schneidenden Kanten — bildet die in der Abb. 627 dargestellte Kluppe, welche nur mit einer Zahnreihe arbeitet und uns so wieder auf den Strähler (Abb. 609) zurückführt.

Für Massenbedarf zum schneiden der Schrauben verwendet man Maschinen. Dieselben enthalten die Kluppe oder die Schneidbacken inmitten einer auf horizontalen Führungen laufenden Scheibe (Abb. 628), welche von Hand gegen den in den Kopf der Spindel ein-



625. Kluppe von Halbach. (Zu S. 245.)

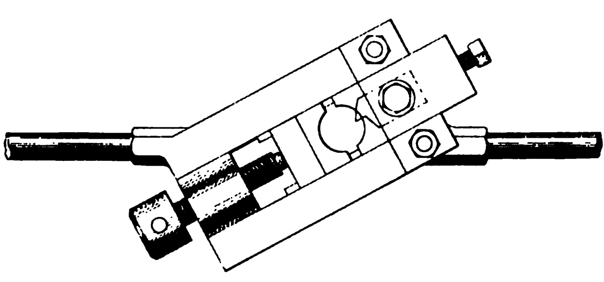
gespannten Schraubenbolzen geführt wird, bis die Backen packen. Von hier ab zieht die werdende Schraube die Kluppe selbstthätig nach sich. Ist der Schnitt bis zu der vorgeschriebenen Stelle vorgerückt, so öffnet der Arbeiter mit Hilfe des Griffes g die Kluppe und zieht sie zurück. Bei vollkommneren Maschinen geschieht auch das öffnen der Kluppe selbstthätig, wodurch ein überschneiden durchaus vermieden wird.



626. Viktoriakluppe. (Zu S. 245.)

Man verlegt das Schneidzeug auch wohl in den Kopf der Spindel und spannt, (Abb. 629) den Bolzen in den vorliegenden beweglichen Schlitten.

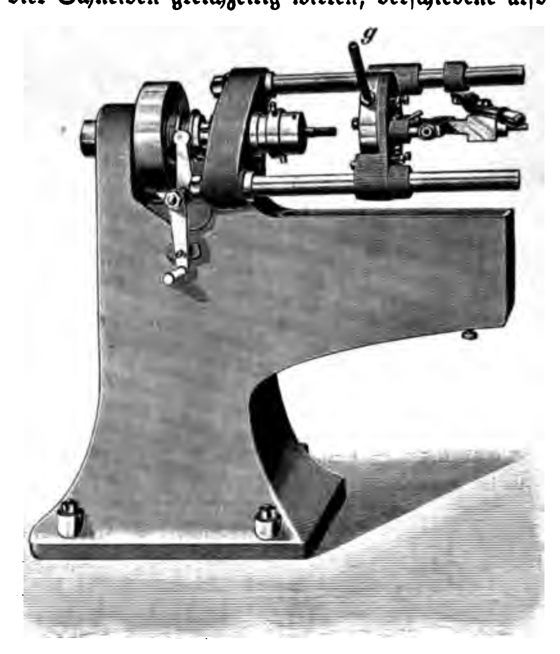
Das Muttergewinde wird mit Hilfe des Gewindebohrers hergestellt. Auch dieser hat heute noch, wie die Backen (Abb. 630a), recht unvollkommene Schneiden, welche streng genommen gar nicht als solche zu bezeichnen sind. Man fräst daher halbrunde Nuten (Abb. 630b) ein, die auch (Abb. 630c) schief gestellt werden, wodurch ein geeigneter Schneidewinkel erzielt werden kann. Das hier zu verfolgende Ziel ist, wie bei der Kluppe, ein schönes Gewinde mit nur einem Durchgang und unter möglichst geringer Kraftaufwendung zu erzeugen. Deshalb sorgt man für das sogenannte freischneiden des Bohrers dadurch, daß man die Schneiden des an sich rund geschnittenen Bohrers hinterarbeitet (Abb. 630d). Man hat jetzt auch bereits eine ganze Reihe von Vorrichtungen, die alle darauf beruhen, daß das Schneidwerkzeug bei jeder Umdrehung so oft etwas zurückweicht, als Schneiden, in der Regel drei, vorhanden sind, Einrichtungen, welche vielfach mit den



627. Strählkluppe. (Zu S. 245.)

zum excentrischen drehen dienenden übereinstimmen. Auch läßt man die Kerner entsprechend ausweichen oder macht endlich, Heckmann in Barmen, das Drehstück selbst beweglich. Man erkennt diese hinterarbeiteten Bohrer (Abb. 630e) daran, daß auch der Grund der Gänge zurückgeht. Die von diesen Maschinen gelieferten Formen verlaufen mehr oder weniger rundlich, wie in der Abb. 630e an der einen Schneide fein punktiert angedeutet. Die scharfe Kante wird erst durch das einfräsen der Nute erzeugt.

Ferner hat man die Nuten (Abb. 631d) spiralförmig gewunden, in der Absicht, die einzelnen Schneiden nacheinander wirken zu lassen, was sich namentlich bei einer geringen Konizität des Bohrers geltend macht. Endlich hat man mit bestem Erfolg einzelne Zähne wechselweise ganz fortgenommen, weil man mit Recht annimmt, daß bei einem gewöhnlichen Gewindebohrer viel zu viel Schneiden gleichzeitig wirken, verschiedene also nicht nur unnütz sind, sondern sogar hemmend wirken.



628. Gewindeschneidmaschine.
von C. W Hasenclever Söhne in Düsseldorf. (Zu S. 246.)

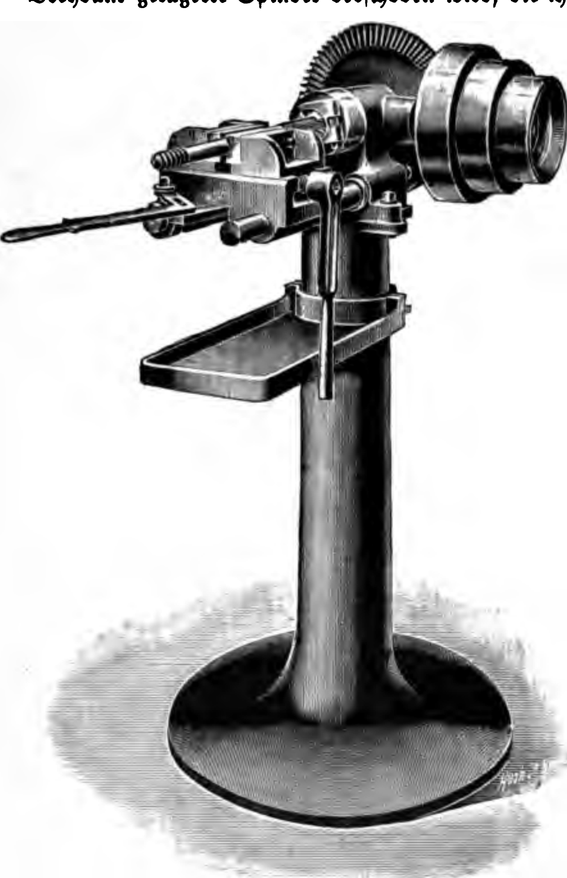
Die Gewindebohrer zeigen auch für dieselbe Lochweite Verschiedenheiten. Glaubt man, nicht mit einem Schnitt durchkommen zu können, so verwendet man zuerst den schlankkonisch geformten Vorschneider (Abb. 631a) und geht dann mit dem Nachschneider (Abb. 631b) nach. Letzterer wird in der Regel unten auch etwas zugespitzt gehalten. Geht das Loch nicht durch, und wird trotzdem ein bis unten hin gut ausgeschnittenes Gewinde gewünscht, so verwendet man den bis unten hin gleichmäßig verlaufenden Grundbohrer (Abb. 631c). Zum schneiden endlich der Backen einer Kluppe nimmt man den sogenannten Backen- oder Originalbohrer (Abb. 631d).

Eine sehr hübsche und gut arbeitende Vereinigung dieser Vor- und Nachschneider bildet der in der Abb. 632 dargestellte Bohrer, Patent J. Berg. Derselbe beginnt, wie man es sonst auch neuerdings vielfach findet, mit einem glatten Zapfen a, welcher den genauen Lochdurchmesser angibt. Dann folgt — von unten her — der Vorschneider, dessen Gewindegänge überhaupt noch keine Spitzen haben und zudem, wie es beim Vorschneider sein soll, in der Abbildung von b—c, abgeschrägt sind. Der Vorschneider endet mit einer Eindrehung bei d, wo der Nachschneider, wieder mit abgeschrägten Zähnen, beginnt, der dann aber von e an volle Gänge besitzt. Der Schaft geht dann wieder auf das willige Lochmaß zurück und endet mit dem Vierkant zum ansetzen des Windeeisens.

Zum eindrehen des Bohrers verwendet man das Windeeisen (Abb. 633a—e), eine mit zwei Griffen und Löchern verschiedener Größe versehene Platte oder einen in gleicher Weise vorgerichteten Ballen. Um der hier erwünschten Verstellbarkeit Rechnung zu tragen, hat Jagenberg (a) zwei halbkugelförmige Backen verschiebbar auf eine Stange gesetzt, welche durch drehen des einen Griffes nach Belieben eingestellt werden können. Winterhoff setzt zwei Backen (e) in die Kluppe ein und wandelt diese so in ein verstellbares Windeeisen um.

Wo Kluppe und Bohrer nicht verwendbar erscheinen, tritt die Drehbank zum gewindeschneiden ein. Das Arbeitsstück wird zwischen die Spitzen genommen und langsam

gedreht, während dasselbe oder der Stahl der gewünschten **Steigung** — Fortschritt desselben bei einer Umdrehung — entsprechend sich entlang schiebt. Um das letztere zu bewirken, versieht man in einfachen Fällen das hinten hervorstehende Ende der Drehbankspindel (Abb. 634) mit einer Stahlhülse, welche außen ein Gewinde mit der betreffenden Steigung enthält, und läßt dieses auf ein Mutterstück laufen, welches am Spindelkasten befestigt ist. Jene Hülse nennt man **Patrone**. Es führt dies zu einfachen Bänken und zu einfacher Arbeit, ist aber von der Zahl der Patronen abhängig. Vielseitiger ist die **Leitspindeldrehbank** (Abb. 635), bei welcher der Support durch eine längs des Bettes der Drehbank gelagerte Spindel verschoben wird, die ihrerseits von der Drehbankspindel durch auswechselbare, sogenannte **Wechselräder** getrieben wird. Dieselben werden (Abb. 637) auf einer mit Schlitzen versehenen Platte — der **Schere** — befestigt, wo ihre Zapfen beliebig eingestellt werden können. Die Berechnung, welche hier jedesmal angestellt werden muß, läßt sich recht vereinfachen, wenn man dem Rade auf der Drehbankspindel allemal so viel Zähne gibt, als die Leitspindel Gänge auf die Längeneinheit hat. Als letztere gilt für Gewinde noch vielfach der englische Zoll. Hat also die Leitspindel z. B. 3 Gänge für den Zoll englisch, so erhält das genannte Rad 30 Zähne. Anderenfalls wird das letzte, nicht auszuwechselnde Rad (Abb. 638) so bemessen, daß es in gleichem Sinne arbeitet. Eine solche Bank ist*) „eingerichtet". In diesem Falle hat der Dreher nunmehr auf die Leitspindel ein Wechselrad mit einfach 10 mal so viel Zähnen aufzusetzen, als er Gänge für Längeneinheit schneiden will, also z. B. ein solches mit 80 Zähnen, wenn er 8 Gänge auf die Längeneinheit zu schneiden beabsichtigt.



629. Gewindeschneidmaschine „Viktoria". (Zu S. 246.)

In gleicher Weise, wie das schneiden von Spindeln, wird das schneiden der Muttern bewirkt, welche im Bohrfutter oder an der Planscheibe befestigt werden.

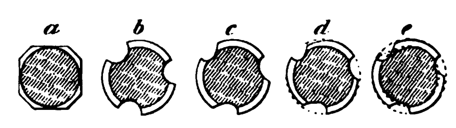
Um der Abnutzung des Stahles Rechnung zu tragen, was bei der Massenfabrikation von Bedeutung ist, ersetzt man den Drehstahl durch eine mit dem entsprechenden Profil versehene gehärtete Scheibe, welche also nur im Ausschnitt (Abb. 639) nachgeschliffen zu werden braucht, ohne daß die Gefahr der Änderung des Profiles vorliegt. Die Scheibe wird auf einem Dorn des Stahlhalters befestigt, kann also in ihrer Stellung zum Drehstück nicht verändert werden, ohne daß auch der Stahlhalter verschoben wird.

Diese Schneidscheibe führt über zum **gewindefräsen**, bei welchem dieselbe durch einen sich drehenden Fräser (Abb. 640) ersetzt wird. Auch hier ist der Wunsch maßgebend,

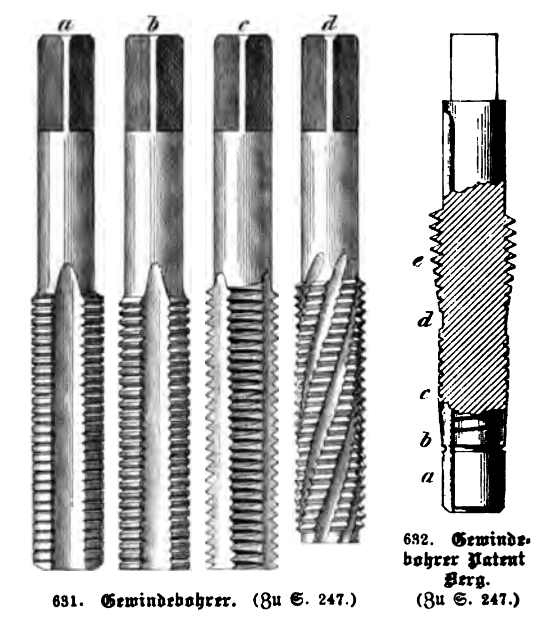
*) Vergl. Haedicke, „Eine einfache Regel für die Bestimmung der Wechselräder". Remscheid, Hermann Krumm.

das Profil möglichst sicher zu stellen. Das Gewindefräsen wird sowohl für Innen- wie für Außengewinde verwendet und ist für besonders genaue Arbeit sehr beliebt.

Die bekannte Firma Schilling & Krämer in Suhl baut eine Gewindefräsmaschine (Abb. 641), welche das Gewinde — Innen- und Außengewinde — mit nur 1¼ Umdrehung des Schneidezeugs fertigstellt, wobei also alle Gänge mit einem Male geschnitten werden. Die Maschine wird namentlich für Gewehrteile und da verwendet, wo es auf eine sehr genaue Innehaltung der Maße ankommt. Abb. 643 zeigt den Vorgang: a ist der Schraubenschaft, welcher langsam rotiert, während der Fräser b, in dem Kopf c der Spindel steckend, schnell umgeht und sich dabei langsam so verschiebt, daß er nach einer Umdrehung des Schaftes a, in welchen er sich vorher ohne Verschub um die Gewindetiefe eingefressen hat, genau um eine Ganghöhe vorgeschritten ist.



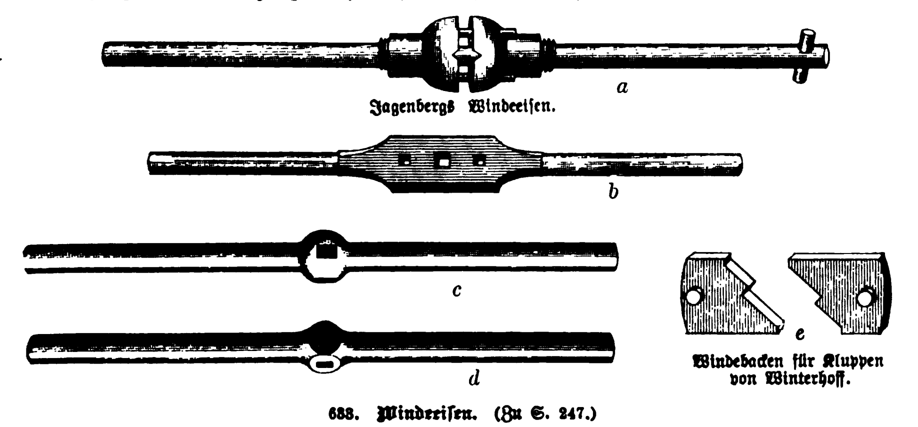
680. Querschnitte der Gewindebohrer. (Zu S. 246 f.)



681. Gewindebohrer. (Zu S. 247.)

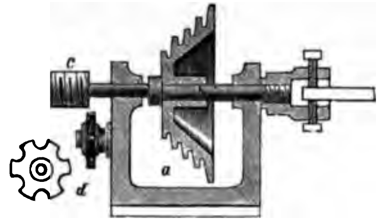
682. Gewindebohrer Patent Berg. (Zu S. 247.)

Das anschneiden von konischem Gewinde kann auf der gewöhnlichen Leitspindelbank erfolgen. Der Support wird entsprechend schräg gestellt und mit der Spindel durch einen geschränkten Riemen oder durch eine richtig bemessene Scheibe verbunden, so daß der Vorschub des Stahles selbstthätig erfolgt. Recht gut eignet sich für solche Arbeiten die Universaldrehbank von v. Pittler, Leipzig-Gohlis. Auch hat man besonders für diesen Zweck eingerichtete Bänke gebaut, wie Patent Halbach, Remscheid-Goldenberg. (Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen, 1899, S. 307.)



683. Windeeisen. (Zu S. 247.)

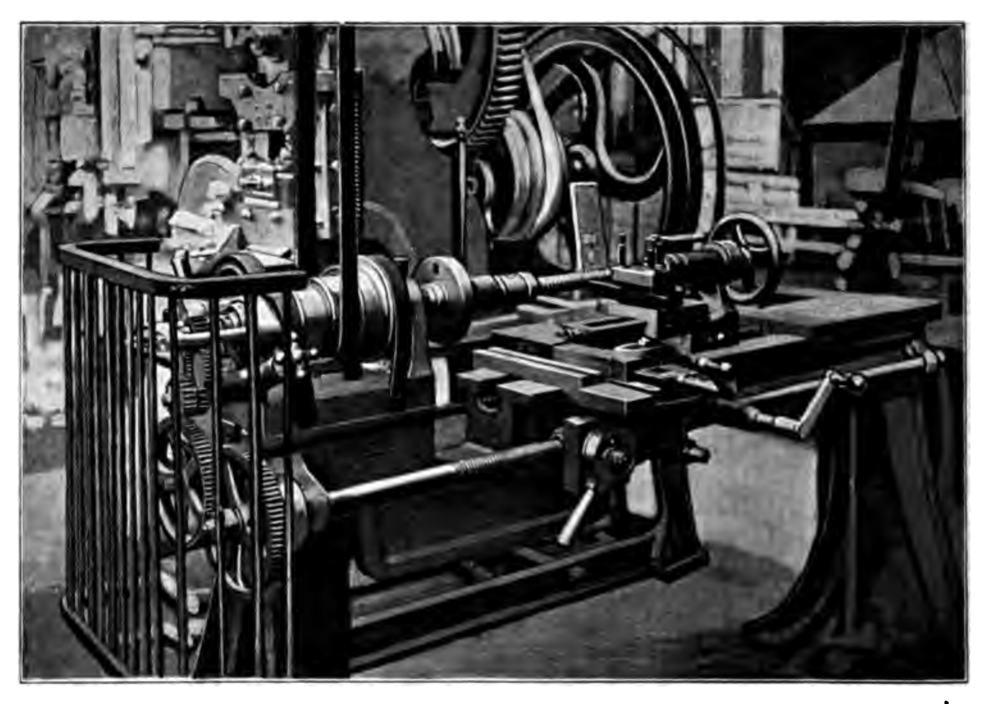
Das schmieden oder schlagen der Schrauben setzt Gesenke voraus und gleicht dem rundstempeln. Das Untergesenk enthält die eigentliche Gewindeform, während das Obergesenk aus einem keilförmigen Setzhammer besteht. Es wird selten verwendet und in



634. Spindelkasten zu einer Patronendrehbank. (Zu S. 248.)

regelmäßiger Weise eigentlich nur bei den Kötzern der Korkenzieher (Abb. 642 u. 644b), bei denen das nachfeilen eine leichte unbedeutende Rolle spielt. Dies namentlich in Schmalkalden geübte Verfahren ist bereits vielfach durch das fräsen (Abb. 644c) ersetzt worden und hat von jeher auch in dem einfachen aufwinden (Abb. 644a) Konkurrenz gefunden.

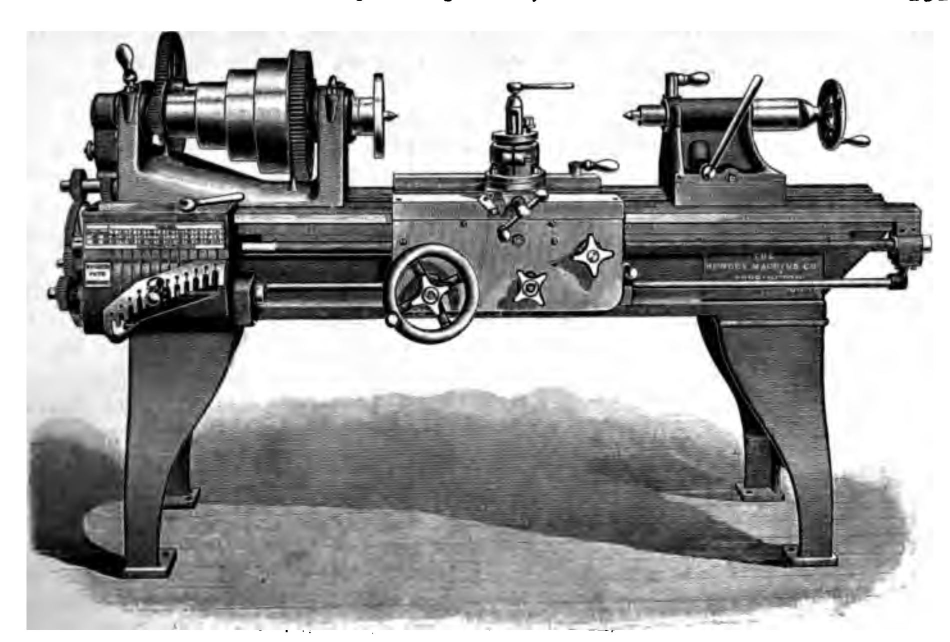
Feines Gewinde, wie es bei den Speichen der Fahrräder verwendet wird, wird neuerdings eingerollt. Hierzu dienen (Abb. 645) zwei harte, mit etwas schrägen und möglichst scharfen Rippen versehene Stahlplatten, von denen die untere auf dem Gestell festliegt,



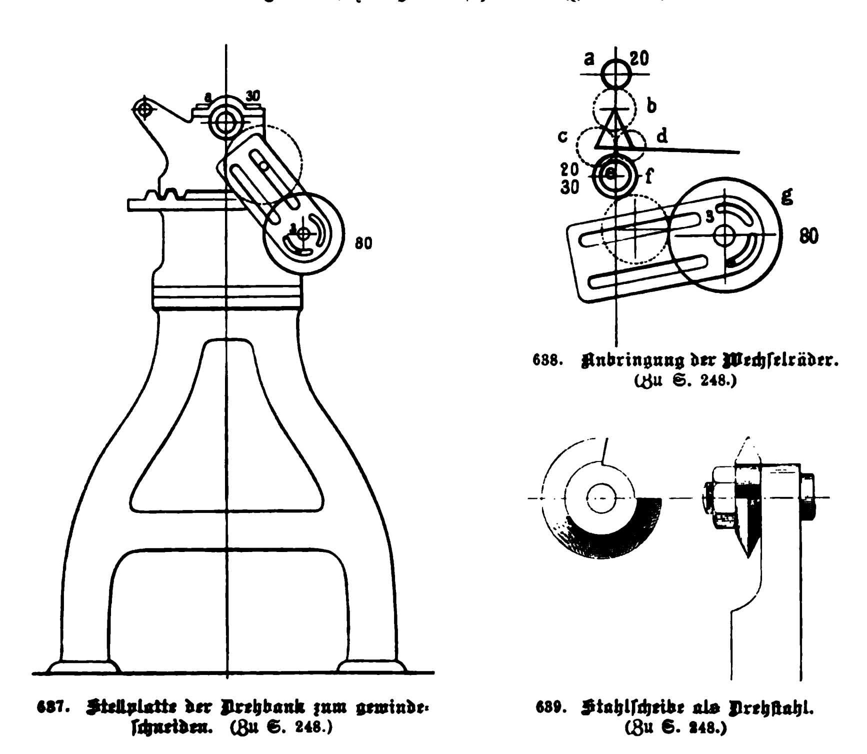
635. Drehbank zum gewindeschneiden. (Zu S. 248.)

während die obere, die Rippen nach unten, durch eine Kurbelscheibe hin- und hergeführt wird. Der Arbeiter nimmt nach jedem Gang die Speiche heraus und legt sie unter einigem nachspannen wieder hinein, bis das Gewinde scharf eingerollt ist.

Die Firma C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf walzt neuerdings grobes Holzschraubengewinde warm ein, wie es für die Isolierschrauben der elektrischen Drähte (Telegraphenstützen), Schienenschrauben u. s. w. gebraucht wird. Die hierzu dienende Maschine ist in der Abb. 646 abgebildet. Sie arbeitet nach dem Prinzip des Schrägwalzverfahrens, welches in dem Kapitel: „Röhrenbildung“ eingehend besprochen worden ist. Hier liegen (Abb. 647) drei ballige Walzen mit geringer Schrägung neben oder über einander und packen den gut gewärmten Bolzen zwischen sich, ihn durch ihre eigentümliche Wirkung rollend und dabei hineinziehend. Würden sie einfach glatt sein, wie das Glättwalzwerk der Stahlwerke, so würden sie eben nur schön rund und glatt herauskommen. Sie sind aber genau nach dem Profil des zu walzenden Gewindes eingedreht, so daß sich das Material in diese Gänge hineindrängt und so das gewünschte Gewinde bildet. Ein solches Rollwalzwerk zeichnet auf dem Walzstück an sich bereits ein Gewinde,



686. Stellwerk zum gewindeschneiden. (Zu S. 248.)



688. Anbringung der Wechselräder. (Zu S. 248.)

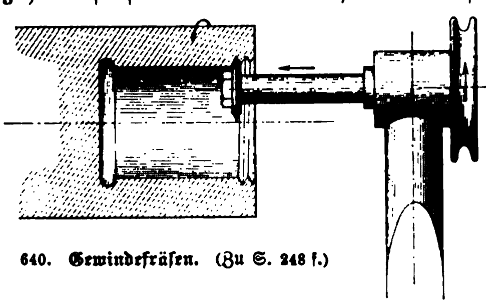
687. Stellplatte der Drehbank zum gewinde-schneiden. (Zu S. 248.)

689. Stahlscheibe als Drehstahl. (Zu S. 248.)

dessen Steigung gleich dem Vorschub des letzteren bei einer Umdrehung desselben ist. Würde man die Walzen mit einer in sich zurücklaufenden Nut, nach dem gewünschten Profil, drehen, so könnte sich trotzdem kein Gewinde auf dem Walzstück entwickeln, weil es beim rollen vorgezogen wird, das Gewinde also wieder niedergedrückt werden würde.

Die Eindrehungen der Walzen bilden daher für sich wieder ein Gewinde, dessen Steigung mit dem von den Walzen gezeichneten zusammen die Steigung des gewalzten Gewindes gibt.

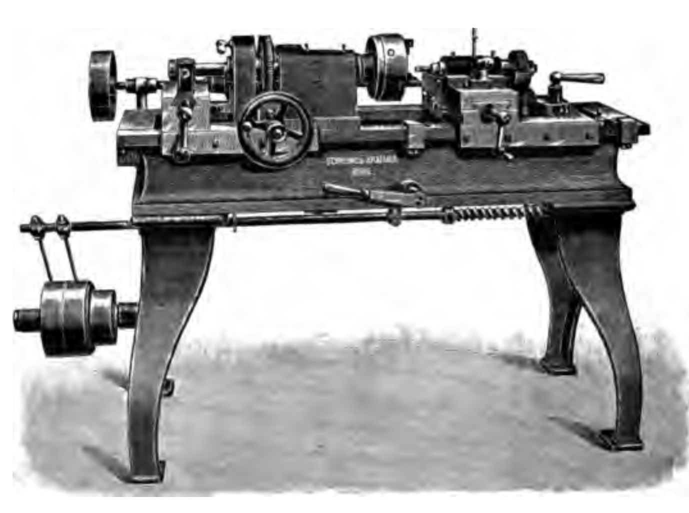
Der Antrieb der Walzen erfolgt durch drei ineinander greifende Zahnräder, welche, um kräftig genug sein zu können, größer als die Walzen ausfallen müssen; ihre Achsen gehen also so weit auseinander, bis die erforderliche Entfernung erreicht ist. Hieraus ergibt sich die eigentümliche Anordnung, welche die Abb. 646 zeigt. — Die Handhabung ist recht einfach: Der Arbeiter hält das glühende Bolzenende zwischen die Walzen und läßt diese mit Hilfe des Fußtrittes zusammengehen, eine ähnliche Einrichtung, wie an der selbstzentrierenden Planscheibe der Drehbank oder bei den amerikanischen Bohrfuttern. Die fertige, also mit eingewalztem Gewinde versehene Schraube fällt von selbst heraus, der Arbeiter läßt den Fußtritt los, und die Walzen gehen, durch Federn bethätigt, wieder auseinander; damit sind sie zur Aufnahme eines neuen Bolzens bereit.



640. Gewindefräsen. (Zu S. 248 f.)

Die Maschine ergibt gegenüber der Gewindeschneidmaschine bei Schwellenschrauben etwa 45% Materialersparnis und liefert innerhalb 10-stündiger Arbeitszeit 500—600 Stück.

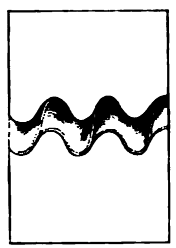
Zu einer besonderen und großartigen Fabrikation haben die Holzschrauben geführt, welche auf überaus sinnreichen Maschinen rein automatisch und in sehr großen Mengen hergestellt werden.



641. Gewindefräsmaschine. (Zu S. 249.)

Früher wurde die Holzschraubenfabrikation nur mit Hilfe sehr einfacher Vorrichtungen betrieben. — Die Fabrikation der Holzschrauben mittels automatisch arbeitender Maschinen ist amerikanischen Ursprungs. Verschiedene Erfinder (Harvey, Wipple, Sloan u. a.) haben sich in den 40er Jahren mit der Konstruktion derartiger Maschinen befaßt. Im Jahre 1845 nahmen die Holzschraubenfabrikanten Japy frères in Frankreich ein Patent auf Maschinen für Holzschraubenfabrikation, während jetzt in der größten Holzschraubenfabrik der Welt, der von Nettlefold & Chamberlain, und auch in anderen Fabriken eine sinnreiche Maschinerie im Gebrauch ist, welche von Thomas J. Sloan erfunden ist und zuerst, 1850, von William G. Angell — American Screw-Co. — Providence, Rhode Island, in den Vereinigten Staaten benutzt wurde. Sloans Erfindung, 1846 patentiert, wurde einige Jahre später von Nettlefold in Birmingham und Japy frères in Beaucourt erworben und eingeführt. — In Deutschland kam diese Fabrikation zur Einführung im Jahre 1861 durch die Firma Funcke & Hueck zu Hagen i. W., welche 1861 die englische Maschine einführte, dieselbe wesentlich verbesserte und von der aus sich die letztere später durch Arbeiter auch nach anderen Gegenden hin verbreitete (vergl. S. 240).

Die Holzschraubenfabrikation bedient sich nicht einer einzigen, sondern einer ganzen Anzahl von Maschinen, deren jeder eine besondere Funktion obliegt; ihrer Konstruktion nach kann man sie in drei Arten einteilen. Die Gewindeschneidmaschine schneidet



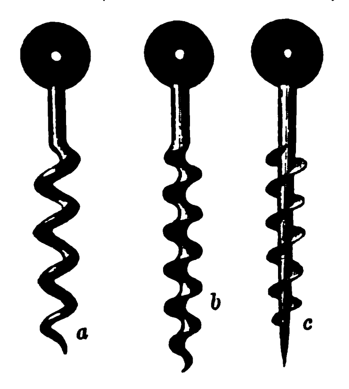
642. Untergelenke zum gewindeschneiden. (Zu S. 250.)



643. Gewindefräsen. (Zu S. 249.)

in der Minute 6 Schrauben an, während die Drehbank in der Minute 15 Stück abdreht. Die Einschnitte in den Schraubenköpfen werden voc dem gewindeschneiden — zuweilen, bei anderen Systemen, auch später — durch kleine Kreissägen bewirkt, von denen die Fabrik von Nettlefold & Chamberlain wöchentlich etwa 20000 Stück abnutzt; mit einer Säge können etwa 1000 Schrauben geschnitten werden. Diese Sägen haben etwa 7 cm Durchmesser, 90 bis 100 Zähne und kosteten früher das Stück etwa 70 bis 80 Pfennige, während man sie in der Birminghamer Fabrik schon seit einigen Jahren nach einer neuen Methode für etwa 6 Pfennige das Stück herstellt.

Das ältere Verfahren bei der Herstellung der Holzschrauben beruht auf folgenden Operationen: Der Eisendraht wird auf einer Ziehbank



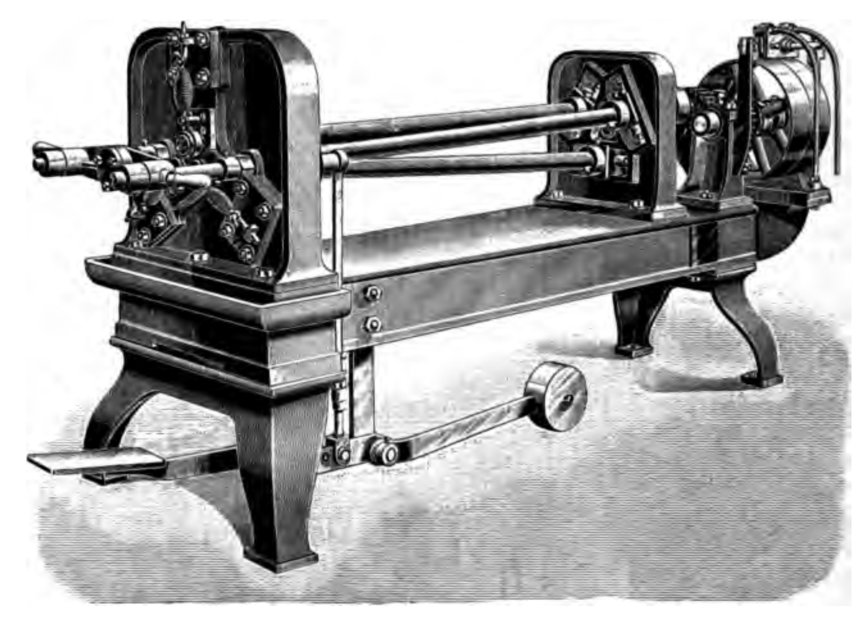
644. a Gewundener, b geschmiedeter, c gefräster Köter. (Zu S. 250.)



645. Gewinderollmaschine. (Zu S. 250.)

zu der nötigen gleichmäßigen Stärke ausgezogen und in Stücke von geeigneter Länge zerschnitten, wie es in dem Abschnitt „Nägel“ ausführlich angegeben ist. Unter einem Prägwerk mit Kniehebelmechanismus erhält jedes solches Drahtstück einen Kopf gepreßt, welcher auf der Drehbank geglättet und hierauf mit einem Einschnitt versehen wird. Das anschneiden des Gewindes erfolgt ebenfalls auf einer drehbankähnlichen Maschine, deren Einrichtung in der Abb. 648 skizziert ist. Es ist eine Spindel, welche ihre Umdrehung durch einen auf die Scheibe f gelegten Riemen erhält, während die daneben befindliche Losscheibe l zur Aufnahme des Riemens dient, wenn die Spindel s außer Betrieb gesetzt werden soll. Am

hinteren Ende (rechts) ist die Spindel mit einer Büchse, b, versehen, in welche die Modellschraube g gesteckt und fest mit der Spindel verbunden wird. Diese Schraube hat in dem Bock a ihr Muttergewinde, während die Spindel s bei m und n eingelagert ist. Am vorderen Ende ist eine Art langes Klemmfutter c angebracht, wovon die Abb. 649 und 650 eine Ansicht in größerem Maßstabe zeigen. Die Befestigung des Schraubenschaftes in diesem Futter erfolgt in der Weise, daß der bereits mit einem Einschnitt versehene Kopf auf eine meißelförmige Schneide gesetzt wird, die sich am Ende eines Stempels befindet. Diese wird durch einen federnden Kniehebel, r—s, festgestemmt, so daß der Schraubstift nunmehr imstande ist, dem Schneidzeug Widerstand zu leisten. Das Schneidzeug, von welchem Abb. 651 eine Sonderansicht gibt, befindet sich in dem vordersten Lagerbock m (Abb. 648). Mittels eines Hebels d (Abb. 651) können die Messerhalter pp durch einen Druck mit der Hand weiter oder enger gestellt werden, um das Schraubengewinde bis zu der erforderlichen Tiefe in konischer Form einzuschneiden.



646. Gewindewalzmaschine von C. W. Hasenclever. (Zu S. 250 u. 25?.)

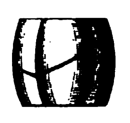
Auch das fräsen (vergl. Abb. 643) findet in der Holzschraubenfabrikation Verwendung. Der vertikal von oben her eingeführte und durch Backen festgehaltene Schaft gelangt (Abb. 652) zwischen drei Walzenfräser, welche sich für sich schnell drehen und dabei, langsam im ganzen umgehend, gesetzmäßig, dem Gewindegange entsprechend, aufsteigen.

Eine Maschine zum schmieden der Holzschrauben ist von Bouchacourt & Delille in Fourchambault (Frankreich) erbaut worden. Dieselbe beruht ebenfalls auf dem Prinzip, den glühenden Bolzen zwischen Backen zu bearbeiten, während er entsprechend gedreht und vorgeschoben wird. („Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen", 1899, S. 306.)

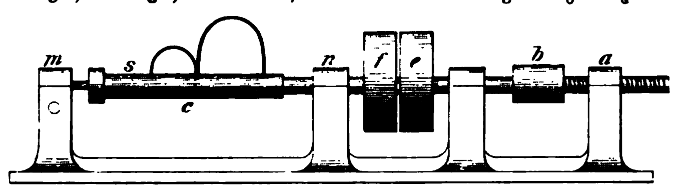
Die Gewindeformen sind recht verschieden. Zunächst unterscheidet man (Abb. 653 a und b) scharfes und flaches Gewinde, welche beiden Gattungen als Grenzen zu bezeichnen sind und namentlich in zwei Punkten wesentlich verschieden sind. Bei dem scharfen Gewinde wird der axiale Druck durch eine schräge, bei dem flachen durch eine zu dieser Druckrichtung senkrechte Fläche aufgenommen. Hieraus ergibt sich, daß die flachgängige Schraube besser zur Aufnahme größerer Pressungen geeignet ist, als die scharfgängige. Verfolgt man ferner bei beiden Schrauben den Umlauf, so findet man, daß bei gleicher Anhaftungsfläche des aufgewundenen Prismas die scharfgängige Schraube nur die halbe Ganghöhe der der flachgängigen besitzt, also für feine Stellungen geeigneter

ist und namentlich wegen des geringeren — halben — Steigungswinkels weniger Neigung hat, sich zurückzudrehen, sich zu lockern. Man verwendet daher das scharfe Gewinde mit Vorliebe zu Befestigungsschrauben und die flachgängige auch überall da, wo eine große Steigung erwünscht ist.

Bei der flachgängigen Schraube rundet man häufig die Kanten ab (Abb. 653 c), weil dieselben bei vielem Gebrauch störend sind und doch schon von selbst leicht verloren gehen. Diese Form findet man bei den Kuppelungsschrauben der Eisenbahnwagen. Der leichteren Reinhaltung halber geht man auch mit der Abrundung bis zum Halbkreis

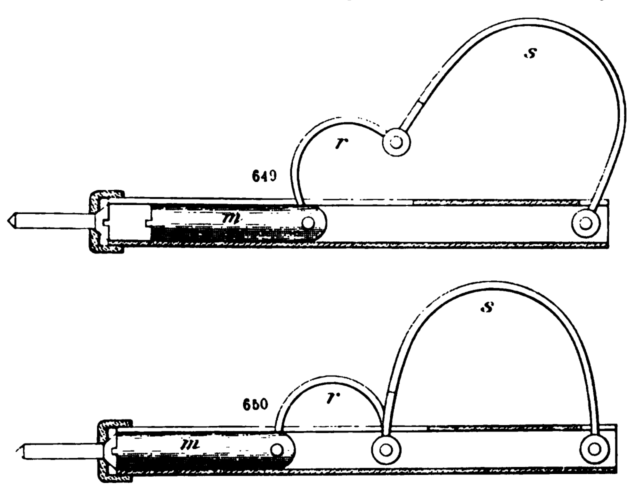


647. Walzen zum Gewindewalzen. (Zu S. 250.)



648. Schneidebank für Holzschrauben. (Zu S. 253 f.)

(Abb. 653 d) über und erhält so die rundgängige Schraube, welche weniger zur Aufnahme großer Pressungen als zum Transport geeignet ist und daher an Leitspindeln der Drehbänke gefunden wird. Da hier die Anhaftefläche des Prismas durch die Rundung vergrößert wird, kann man dieselbe, und damit die Steigung, etwas verkleinern. Die Schraube liegt also mit Bezug auf die Steigung, wie aus der Abbildung zu erkennen, zwischen der scharfgängigen und der flachgängigen. — Aus der ersteren erhält man durch abflachen der Kanten ein Gewinde, wie in der Abb. 653e dargestellt ist, welches sich zu dem ersteren verhält, wie die abgerundete flache Schraube zur flachen; und diese führt zu einem sehr wertvollen Gewinde, dem Trapezgewinde (Abb. 653f) über. Dasselbe vereinigt den Vorteil der geringen Steigung mit der Aufnahmefähigkeit für große Pressungen und ist daher überall da von Nutzen, wo die Steigung der flachgängigen Schraube zu groß ist und doch große Kraft geäußert werden soll, verbunden also mit feiner Einstellung. Die Trapezschraube wird daher gern für Walzwerke verwendet, wo es sich um genaue Einstellung handelt.



649 u. 650. Kopf zur Holzschraubenschneide. (Zu S. 254.)

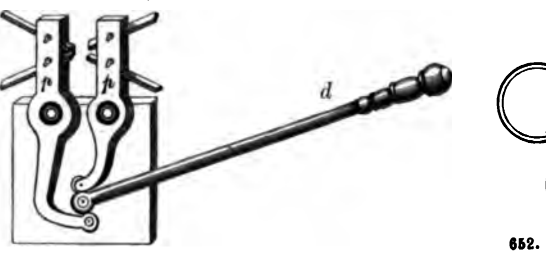
Für hartes Holz kann man das gewöhnliche Gewinde (Abb. 653g) verwenden. Dagegen liegt hier insofern eine Materialverschwendung vor, als bei dem scharfen Gewinde die Querschnitte der Bolzen- und der Muttergänge gleich sind und das Material doch außerordentlich verschiedene Festigkeit besitzt. Man verkleinert daher den Querschnitt des Bolzenganges zu gunsten des Mutterganges und gelangt so zu dem Holzschraubengewinde (Abb. 653 h und i).

Die Maßverhältnisse der Gewinde lagen zuerst recht im argen; fast jeder hatte sein eigenes Gewinde. Solange die Maschinen meist an Ort und Stelle, also unter den Augen der Verfertiger, blieben, hatte dies keine besonderen Nachteile. Aber mit wachsendem Verkehr stellten sich die größten Übelstände heraus. Die neuen Muttern paßten nicht zu den alten Schrauben, weil die Gewinde nicht einheitlich bemessen waren; und wenn

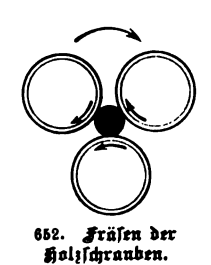
auch sehr früh schon nach landesüblichem Längenmaß gearbeitet wurde, so war doch eine halbzöllige Schraube hier meist etwas recht anderes, als eine halbzöllige Schraube dort.

Der erste, welcher hier Ordnung hineinbrachte, war der Engländer Whitworth (Abb. 654), und noch heute wird in aller Welt, wenn auch nicht durchaus, nach seiner Skala gearbeitet.

Joseph Whitworth wurde 1803 in Stockport (England) geboren. Seit seinem 14. Lebensjahre in Fabriken beschäftigt, gründete er 1833 eine kleine Werkzeug- und Werkzeugmaschinenfabrik in Manchester, welche sich bald, namentlich durch ihre Präzisionsleistungen, einen großen Ruf erwarb und in welcher auch das neue Schraubensystem ausgearbeitet wurde. — Whitworth hat sich auch mit Erfolg an der Geschützfabrikation beteiligt, sowie auch auf dem Gebiete der Stahlfabrikation hervorragendes geleistet. Er starb im Jahre 1887.

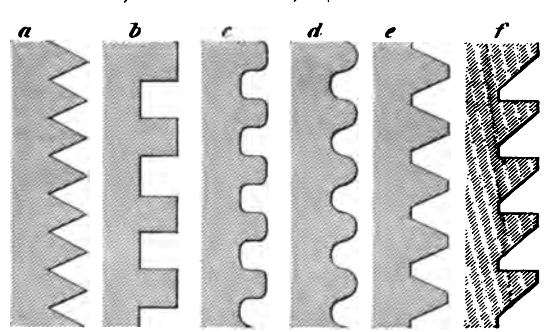


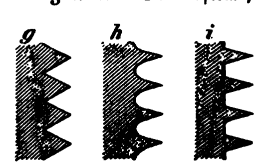
651. Stellbares Schraubenzeug für Holzschrauben-fabrikation. (Zu S. 254.)


652. Fräsen der Holzschrauben. (Zu S. 254.)

Obwohl fast jedes größere Land sein eigenes Maßsystem hat — bekanntlich war es noch vor 50 Jahren weit vielseitiger — arbeiten doch alle Fabrikanten für Gewinde nach englischem Maß. Von England kamen die ersten Maschinen, und wer an solchen herumzubauen hatte, war gezwungen, das dort vorhandene Gewinde nachzuahmen. Und wenn auch unser heimischer Maschinenbau sich längst von dem englischen losgelöst hat, so hat er doch den englischen Zoll für das Gewinde behalten; und dies sogar auch, seitdem die verschiedenen deutschen Zolle dem Metermaß gewichen sind. So arbeitet der deutsche Konstrukteur nach dem mit Recht so beliebten Metermaß und nimmt, sobald er an Schrauben — es ist bedauerlich, es zu sagen, auch an Kugeln — kommt, den englischen Zollstock zur Hand.

Es war daher längst ein dringendes Bedürfnis, hier





653. Verschiedene Gewindeformen. (Zu S. 255.)

Abhilfe zu schaffen. Die Amerikaner versuchten zuerst, sich ein eigenes System (Sellers) zu schaffen, konnten aber nicht einmal für sich eine Einheit erzielen. In Deutschland haben sich Reuleaux und der Ingenieur Delisle*) in Karlsruhe besonders um diese Frage verdient gemacht, welchen Bestrebungen sich alsbald der Verein Deutscher Ingenieure anschloß. Auch in der Schweiz begann man dieser Frage ernsthaft näher zu treten. Es bildete sich dort ein „Aktions-Komitee zur Vereinheitlichung der Gewindesysteme und Lehren", welches zuerst am 20. November 1897 in Zürich zusammentrat. Dann folgte im Oktober 1898 in Zürich ein internationaler Kongreß, an welchem sich auch der Verein Deutscher Ingenieure beteiligte, vertreten durch die Ingenieure Bechstein (Ludwig Löwe & Co.), Delisle-

*) In Amerika hat die zuständige Kommission den Antrag eingebracht, daß vom 1. Juli 1900 ab das metrische Maß eingeführt werden solle. Indessen ist es nicht ersichtlich, ob auch das Gewindesystem danach eingerichtet werden würde. (Mech. 1898. S. 227.)

Internationale Tabelle für die Steigung von Maschinenschrauben.
Zürich, 1898.

Durchmesser mm	Steigung mm	Durchmesser mm	Steigung mm	Durchmesser mm	Steigung mm
6	1,0	20	2,5	48	5
7	1,0	22	2,5	52	5
8	1,25	24	3	56	5,5
9	1,25	27	3	60	5,5
10	1,5	30	3,5	64	6,0
11	1,5	33	3,5	68	6,0
12	1,75	36	4	72	6,5
14	2	39	4	76	6,5
16	2	42	4 5	80	7
18	2,5	45	4,5	—	—

Karlsruhe, Lemmer-Braunschweig, Reinecker-Chemnitz und Peters-Berlin. Die vorstehende Tabelle gibt die Verhältnisse des dort geschaffenen sogenannten internationalen Gewindesystems an. Trotzdem ist eine völlige Einigung noch nicht erzielt, und selbst nach einer solchen wird es noch recht lange dauern, bis die Whitworthschraube verschwunden ist. Denn an eine Umänderung der einmal vorhandenen zahllosen Schrauben ist nicht zu denken, und auch Reparaturen werden nach dem bisherigen System ausgeführt werden müssen. Es handelt sich also zunächst nur um die Verwendung des neuen Systems bei Neubauten, und das alte System wird so lange bestehen bleiben müssen, bis die betreffenden Maschinen aufgebraucht worden sind.



654 Joseph Whitworth.

Der Winkel der Whitworthschraube ist durch Messungen auf 55° festgestellt worden. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, daß der praktische Engländer einen für das Zeichnen so wenig zweckmäßigen Winkel gewählt haben soll. Die nächsten leicht zu findenden Winkel sind 60° — sofort mit dem Zeichnendreieck zu finden — und der Winkel von 53° 8 Minuten. Ersterer ist von Sellers angenommen worden, letzterer wird (Abb. 655) erhalten, wenn man ein Dreieck zeichnet, dessen Basis gleich der Höhe ist; und dies wird wohl der Whitworthwinkel sein.

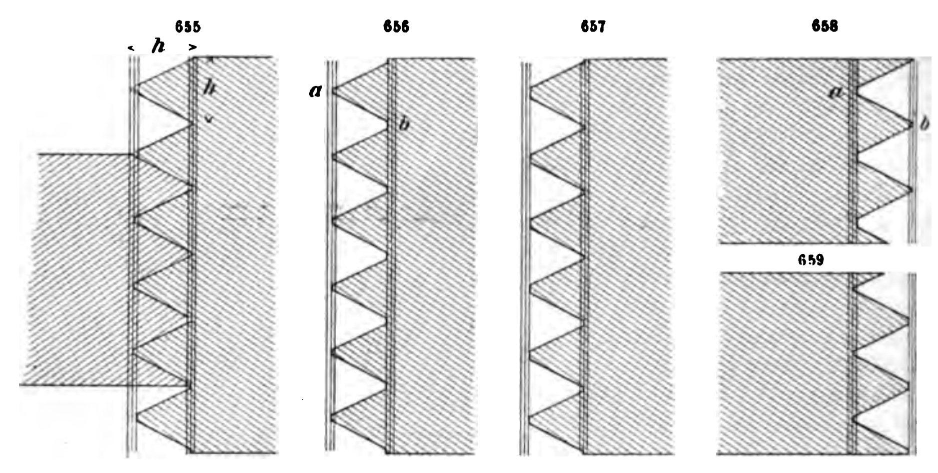
Eine andere Schwierigkeit bei der Bemessung der Schraube liegt in der Genauigkeit der Arbeit. Reuleaux ließ bei verschiedenen als sorgfältig bekannten Fabriken Schrauben und Muttern nach einem aufgegebenen Maße anfertigen und konnte feststellen, daß die wenigsten durcheinander paßten. Abgesehen von der hier eben noch fehlenden genauen Kalibrierung dürfte noch folgender Umstand mitsprechen, welcher sich bisher der weiteren Beachtung fast vollständig entzogen hat. Es ist dies der Unterschied zwischen dem Bolzen und dem Gewindebohrer, und zwischen der Mutter und den Backen.

Abb. 655 stellt eine Schraube mit Mutter dar. Soll dieselbe gut laufen, so muß an den Kanten der Gänge ein Spielraum für den unvermeidlichen Staub u. s. w. geschaffen werden; die Schraubengänge müssen etwas niedriger sein, als die Muttergänge tief sind. Der Züricher Kongreß 1898 hat einen derartigen Spielraum angeordnet, um

Ungenauigkeiten der Ausführung und der Abnutzung der Werkzeuge Rechnung zu tragen; er ist auch aus anderen Gründen unbedingt notwendig, und auf seine Vernachlässigung ist ein großer Teil der Ungenauigkeit der Ausführungen zurückzuführen; und er ist es, der den beregten Unterschied zwischen den Schneidwerkzeugen erfordert.

Um die in der Abb. 655 gezeichnete Schraube herzustellen, braucht man Backen nach der Abb. 658, und für das schneiden der Mutter ist ein Bohrer nach der Abb. 656 erforderlich. Es darf also nicht, was heute vielfach geschieht, die Mutter mit einem Bohrer geschnitten werden, der mit demselben Schneidzeug geschnitten worden ist, mit welchem die Schraube geschnitten wurde.

Die heutige Praxis macht zwischen den Original- und dem gewöhnlichen Schneid- oder Gewindebohrer (Abb. 631 d u. e) den einzigen Unterschied, daß ersterer mehr Schneiden erhält und nicht hinterarbeitet ist, im günstigsten Fall etwas „abgespitzt" wird; er soll nur zum „nachschneiden der Backen" dienen. Der Originalbohrer muß aber nach der Abb. 657 geschnitten werden und tief ausgeschnittene Gänge haben, während der gewöhnliche Bohrer, der Mutterbohrer, nach der Abb. 656 zu schneiden ist und schärfere Kanten haben muß*).



655 bis 659. Formen des Gewindeschneidzeugs.

Dies alles hat aber nur Bedeutung für den Schraubenfabrikanten. Für den Maschinenbauer, welcher seine Gewinde auf der Bank schneidet, genügt es, die Kanten der Spindel ablaufen zu lassen, und ebenso die der Muttergänge, wodurch der bewußte Spielraum, oft genug ohne Wissen und Willen des Drehers, von selbst entsteht; freilich müssen dabei die Durchmesser genau bemessen sein. — Schneidet**) man aber die für die Kluppe bestimmten Backen, welche nach der Abb. 658 geformt sein müssen, mit dem gewöhnlichen Mutterbohrer — der also scharfe Kanten hat und innen flach ist — a u. b der Abb. 656, so wird der Grund a der Backe (Abb. 658) spitz und die Schraube zu groß, ferner wird die Kante b der Backe (Abb. 658) zu stumpf und daher das Gewinde der Schraube nicht tief genug. Das erstere kann man besser durch nachträgliches bearbeiten oder durch Wahl eines kleineren Durchmessers des Eisens — man nimmt schwächeres Eisen und erhält ein unschönes Gewinde — erzielen, das letztere aber macht die Schraubengänge zu flach und läßt sich nicht bessern.

———

*) Siehe „Metrisches Gewinde", Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure 1898. S. 1369.
**) „Stahl und Eisen", 1898. Seite 527.
***) Referent hat sich bereits im Jahre 1885 an die Firma Whitworth in dieser Angelegenheit gewandt.

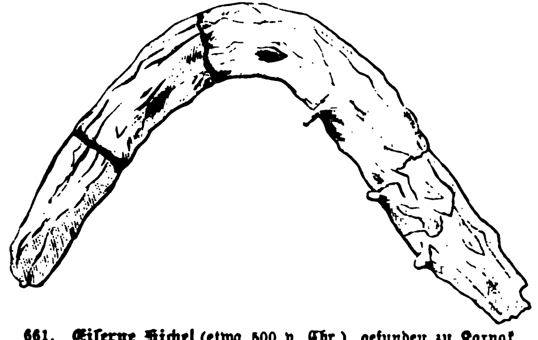


660. Fabrikanlage von J. A. Henckels in Solingen.

Die Herstellung der Klingen.

Das Messer.

Die Grundlage alles dessen, was wir „Klinge“ nennen, ist das Messer, ein mit der Hand zu führender schneidhaltiger Körper, als welchen der Urmensch wohl die Muschel oder einen Steinsplitter verwendet haben mag. Spitze Formen werden der größeren Verwendungsfähigkeit wegen bevorzugt worden sein. Je nachdem nun solch Werkzeug mehr und mehr für Zwecke der Verteidigung und des Angriffes ausgebildet wurde, entstanden daraus der Dolch, das Schwert, der Spieß, oder rückwärts, für den Gebrauch in der Häuslichkeit die Sichel und die Sense, durch Gewichtsvermehrung das mehr zum hauen geeignete Beil und, wieder nach anderer Richtung entwickelt und wesentlich vervollkommnet, die Schere. Dazwischen liegen die außerordentlich verschiedenen Formen der eigentlichen Messer, nach Zweck und Gewohnheit gestaltet. Alle diese Objekte haben ihre Spuren aus grauer Vorzeit hinterlassen, teils in Kupfer und Bronze, teils in Eisen. Abb. 661 zeigt eine eiserne Sichel, welche von Belzoni unter den Füßen der Sphinx zu Karnak gefunden wurde, also so alt ist, wie diese. Sie muß vor der Invasion der Perser, also etwa vor 2500 Jahren, dorthin gekommen sein. Wie viele, viele Jahrhunderte vergangen sein mögen, bevor sich diese Form aus dem primitiven eisernen Messer entwickelt haben konnte, ist wohl nicht zu schätzen.



661. Eiserne Sichel (etwa 500 v. Chr.), gefunden zu Karnak.

Es ist hier nicht der Ort, auf alle die Funde einzugehen*), welche Alter und Entwickelung der Schneidwaren nachweisen. Nur sei dem Material noch einiges gewidmet. Handelt es sich um metallene Werkzeuge, so kann für die älteste Zeit nur Eisen oder Kupfer in Frage kommen. Schwer ist es, wie soeben angedeutet, zu entscheiden, welches das

*) Vergl. die eingehende Behandlung dieses Gebietes von Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens“.

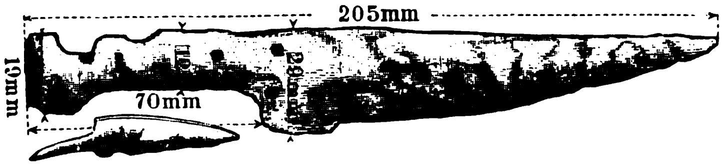
früher verwendete Metall gewesen sein mag. Vielleicht ist auch eine Gleichzeitigkeit anzunehmen. Kupfer findet sich gediegen vor. Es ist sicher, daß in solchen Gegenden dies bereits durch Steinschläge roh zu bearbeitende Metall sehr bald technische Verwendung fand, so daß dort das Eisen erst später in die Erscheinung trat. Dagegen wird wieder das Eisen in gleicher Weise an anderen Orten, an seinen Fundstätten, sich geltend gemacht haben, obwohl es nur selten, als Meteorstein, gediegen gefunden werden konnte.

Ferner werden größere Stücken Kupfer selten gediegen gefunden, und es ist recht fraglich, was sich eher, selbst unter gleichen äußeren, das Vorkommen betreffenden Verhältnissen entwickelt haben mag: das schmelzen des Kupfers oder das reduzieren des Eisens aus seinen Erzen. Zu letzterem gehört nicht so viel. Schon der Blitzschlag konnte Waldholz entzünden, unter dem Raseneisenstein oder ein anderes zu Tage liegendes und leicht reduzierbares Erz sich befand, wodurch die erforderlichen Bedingungen gegeben waren. Und die Beobachtungsgabe des findigen Menschen konnte schon früh zur technischen Ausnutzung des zufälligen Vorganges führen. Dagegen erfordert das schmelzen von gesammelten Kupferstücken dazu geeignete Gefäße, und es ist recht unwahrscheinlich, daß solche so früh entstanden seien. Will man nicht eiserne Schalen voraussetzen, also dem Eisen die unbedingte Priorität geben, so muß man an Thon denken und annehmen, daß man schon damals imstande gewesen sei, das Feuer so zu leiten, daß es Kupfer in Thongefäßen schmelzen konnte. Dem gegenüber erscheint die mit den allereinfachsten Mitteln, einer mit Steinen ausgesetzten Grube, mit Eisenerz und Holz auszuführende Herstellung schmiedbaren Eisens zu einfach, als daß man es nicht als unter sonst gleichen Umständen älter ansehen müßte.



662. Eisernes Messer mit Ring zum aufhängen.

Lange Zeit sind diese beiden Metalle als Material für messerartige Werkzeuge nebenher gegangen. In der Odyssee (12, 173) wird von kupfernen Messern berichtet, und nach dem Homer fürchtete Antilochos, daß sich der über den Verlust seines Freundes Patroklos verzweifelte Achilles die Kehle mit dem Eisen durchschneiden möchte. Hiernach befestigt sich



663. Römisches Messer.



664. Römisches Rasiermesser.

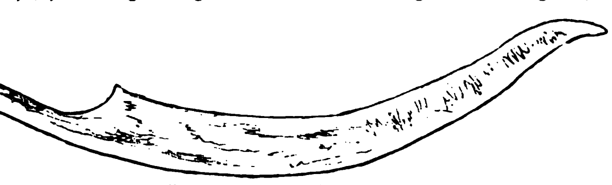
die Mutmaßung, daß man aus den seltenen Funden eiserner Gegenstände gegenüber den häufigen Kupfer- und Bronzefunden durchaus nicht darauf schließen darf, daß diese Metalle in ihrer Verwendung älter als Eisen seien. Alle die vielen Formen, welche der Sichel von Karnak vorausgehen mußten, vorausgehen in Bezug auf Verwendung und Technik, sie sind eben verzehrt von den Atmosphärilien, vergangen im Erdboden, und selbst jene Sichel konnte nur durch merkwürdigen Zufall erhalten bleiben.

Solange man nicht imstande war, regelmäßig und bewußt Stahl zu erzeugen, wird man geneigt gewesen sein, vielfach dem Kupfer den Vorrang zu geben vor dem nur wenig härteren leicht rostenden und unschönen Eisen. Stahl ist heute noch das kostbarere, und das, was damals an Stahl erzeugt wurde, floß sicher der viel begehrten Waffe, dem Schwerte, zu. Darum wurden die Panzer und Helme noch lange Zeit aus dem treibfähigen und dem Eisen ziemlich gleichwertigen Erz gefertigt, während die Waffen schon eiserne — einen Unterschied in der Bezeichnung zwischen Eisen und Stahl hat man damals nicht gemacht, wie noch heute vielfach als Stahl verkauft wird, was der Fachmann Eisen nennt — gewesen.

Ein recht altes Messer, wohl der älteste Fund dieser Art, ist in der Abb. 662 dargestellt, welches von Schliemann nach der sogenannten vierten Stadt, der vierten Gruppe Baureste auf dem alten Troja, gefunden worden ist. Dasselbe war offenbar mit einem Heft versehen, wie aus dem noch vorhandenen Nietrest zu erkennen ist; ein Ring diente zum aufhängen. Also wieder, wie jene Sichel, ein vorgeschrittenes Werkzeug, ohne weitere Spur der unendlichen Reihe seiner Vorgänger. Galten doch damals schon die griechischen Staaten Euböa, Böotien und Akarnanien bereits für alte Stätten der Eisenschmiede, waren doch Demosthenes und Sophokles Söhne von Messerfabrikanten.

Reichlichere Funde stammen aus der Römerzeit. Damals kannte man schon klar und scharf den Unterschied zwischen Eisen und Stahl, obwohl man noch keinen besonderen Namen dafür hatte: acies, eigentlich Schärfe, galt auch als die Bezeichnung für Stahl, den die Römer, wie die Funde beweisen, wohl aufzuschweißen verstanden. Doch wurde dies nur bei besonderen Werkzeugen geübt; die Messer bestanden noch vielfach aus Eisen. Es gab auch solche von mildem Stahl. Abb. 663 zeigt ein Messer mit Heft, 205 mm lang, welches auf dem Schillerplatze in Mainz ausgegraben worden und von Beck untersucht worden ist. Es nahm nach dem ablöschen Federhärte an. Auch Rasiermesser, natürlich guter Stahl, wußte man damals schon zu fertigen, wie solches in der Abb. 664 dargestellt ist.

Eine hochinteressante Fundstätte ist das Grabfeld von Hallstatt, welches im Jahre 1847 von der österreichischen Regierung unter der Leitung von Bergmeister Ramsauer systematisch aufgedeckt wurde. Dasselbe wies 993 Gräber auf mit 6084 Fundstücken, eine reiche Sammlung von Bronze- und Eisengegenständen.


665. Messer aus dem Grabfelde zu Hallstatt.

Das Alter dieser Fundstätte reicht weit über unser Zeitalter hinaus. Am meisten waren hier Messer vertreten, von 60—130 mm Länge und meist Sichelform (Abb. 665); dann Schwerter und mannigfache Werkzeuge, wie Feilen, Meißel, Zangen, und selbst ein Amboß. Die Verteilung von Eisen und Bronze stellte sich so, daß sich im ganzen — Erd- und Feuerbestattungen — 237 Waffen und Geräte von Bronze und 498 von Eisen gefunden haben.

Auch von unseren germanischen Altvorderen sind reichlich Spuren in dieser Richtung vorhanden; Basalt und Kieselschiefer waren die ersten Materialien für Gebrauchsgegenstände und vorzugsweise Feuerstein für Messer und Waffen.

In den Hügelgräbern bei Massel in Schlesien fand man Steinwaffen, Kupfer- und Eisengeräte nebeneinander, erstere wohl den Ärmeren, letztere den Reicheren entstammend. Die älteste Waffe der Germanen waren der Speer, und das verbreitetste Werkzeug das Messer. Abb. 666 gibt drei verschiedene Formen des sowohl als friedliches Werkzeug als auch als Waffe dienenden kräftigen Messers; die ältere Form ist etwas rückwärts gebogen, während die Messer der späteren (merowingischen) Zeit gerade sind. War das Messer mehr Waffe, so führte es den Namen Sax, dasselbe diente auch als Wurfwaffe, der man sich lediglich durch geschicktes wenden erwehrte. Tacitus schildert den Schwerttanz der germanischen Jünglinge, bei dem sie sich zwischen den geworfenen Messern tanzend hin- und herbewegten. Bei größerer Länge 40—60 cm hieß das Messer Langsax, in schwereren Exemplaren Scramasax, welches, meist nur aus Eisen geschmiedet, also von jedem einfachen Schmied herstellbar, mehr durch die Wucht als durch die Schneide wirkte. Es war sowohl die Waffe des gemeinen Kriegers als auch die des Helden, welches er neben dem Schwert als Reserve führte. Als das berühmte Langschwert „Regilin“ des Beowulf an dem steinharten Kopf des Drachen zersprang, da griff er zu dem an der Brünne hängenden „Walsax“, der ihn zum Siege führte.

Die meisten Scramasaxe haben eine Rinne, die Blutrinne, welche sich noch an unseren heutigen Klingen findet. Der Zweck ist wohl kaum ein anderer als ein statischer.

Indem der Schmied die Rinne eintreibt, wird die Klinge breiter, ohne an Gewicht zu gewinnen. Eine Klinge mit solcher Rinne ist steifer, als eine solche ohne Rinne bei gleichem Gewicht.

Aus dem Scramasax entwickelte sich das einschneidige Schwert mit zweihändigem Griff, welches noch im 13. Jahrhundert geführt wurde. (Kaiser Otto in der Schlacht bei Bouvines.) Es war dies das eigentliche Schwert der Germanen. Auch das zweischneidige Schwert, die Spatha, war schon in sehr früher Zeit in Deutschland gebräuchlich. Doch scheinen die Germanen nicht lange vor ihrer Berührung mit den Römern damit bekannt worden zu sein. Aber sie war keine eigentliche germanische Waffe, sondern wurde zuerst von den Norikern*) geliefert. Aber es war dies nicht die von den Dichtern so viel besungene Waffe, welche die Germanen wahrscheinlich wohl von den benachbarten Völkerschaften kennen gelernt haben — die Wiege der Schwertschmiederei ist Damaskus, dann Spanien und die Lombardei — die sie aber der Sage nach schon früh selbst geschmiedet haben. Wer denkt dabei nicht an Wielands Mimung, Siegfrieds Balmung, Rolands Durnhard, den Argunwadel des Frithjof u. a., jene berühmten und vielfach besungenen Kunstwerke der alten Schmiede. Auch der Damast mit dem eigenartigen, das Material durchdringenden adrigen Gefüge war damals schon im Abendland bekannt. Abb. 667 ist ein altes deutsches oder römisches Damastschwert aus dem Museum zu Wiesbaden und Abb. 668 eine ähnliche Klinge aus dem Museum zu Mainz. — Die Abb. 669 u. 670 sind typische Formen alter deutscher Schwerter aus dem Museum zu Regensburg bezw. Mainz.



666. Altgermanische Messer.

667 u. 668. Alte römische oder deutsche Damastschwerter.

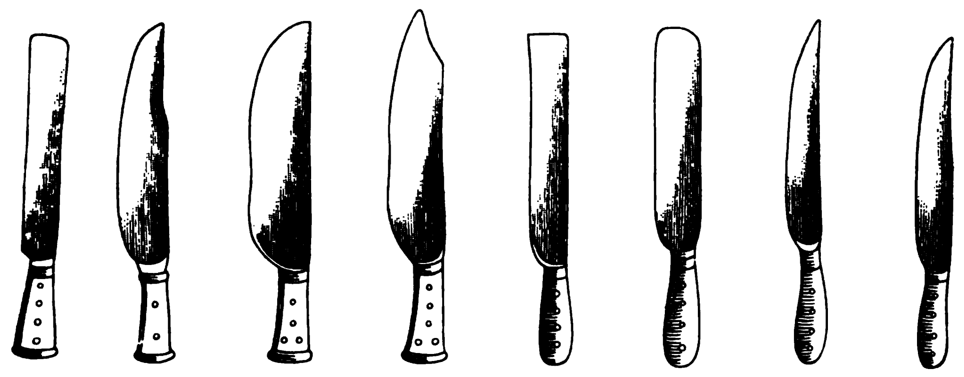
669 u. 670. Alte deutsche Schwerter.

Das Wort „Messer" bedeutet ursprünglich nicht das, was wir heute darunter verstehen, sondern dürfte schon mehr jenem „Sax" genannten Universalinstrument entsprochen haben — Beck erinnert an das Wort „Messisax", welches Hieb- und Stichwaffe und wohl auch Brecheisen in einem Stück war, wie oben angegeben, ein ziemlich kräftiges Instrument. In Thalhofers Fechtbuch*) heißt es: „Das Messer ist länger als der Degen (Dolch) und kürzer als das Schwert", was vollständig der Größe des Sax entspricht. Der Umstand ferner, daß die Messerer, eine alte, selbständige Zunft, schon im

*) Beck, I S. 715.
**) Beck, I S. 856.

14. Jahrhundert drei Schwerter in ihrem Innungswappen trugen, scheint darauf zu deuten, daß sie sich damals mit allen damaligen Schneideinstrumenten beschäftigten.

Der älteste „Mezzerer“ findet sich 1285 in den alten Nürnberger Registern verzeichnet, Heinrikus Merndorfer mit Namen. Zu jener Zeit aber sind Messerer und

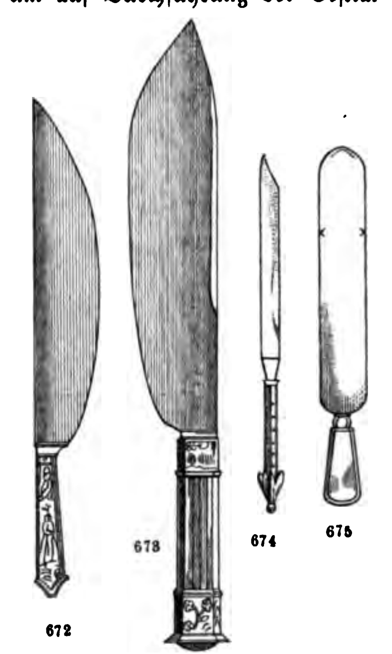


671. Italienische Messer (Ende des 16. Jahrhunderts). (Zu S. 264.)

Klingenschmiede noch getrennt gewesen. Denn in dem — geschriebenen — Polizeibuche von Nürnberg aus dem Jahre 1290 werden „vz den mezzeren zween maister, Merchlen den Hefner, vnd Otten den Movrolsteiner, vnd vz den chlingenschmiden zween, Friedrich den ufneschil vnd Heinrich den Schilcher“ gewählt, um auf Durchführung der Bestimmungen zu achten. — Der Ausdruck Schwertfeger — in den lateinischen Schriften gladiatores — dann swertunger — findet sich zur selben Zeit in den Urkunden, z. B. 1285: Cunrad, genannt Putersahl.

Die damaligen polizeilichen Verordnungen machten es den Messer- und Klingenschmieden zur Pflicht, nur gut gestählte Ware zu fertigen und zu verkaufen. Es mußten Zeichen geschlagen werden, so daß der Käufer imstande war, sich event. an dem Fertiger für schlechte Ware schadlos zu halten. Die meisten Städte hatten Schaumeister ernannt, welche die Arbeiten zu prüfen und mit ihrem besonderen Stempel zu versehen hatten.

Wie alle Handwerkszweige, so hatten auch die Messerschmiede ihre Privilegien. Um die Mitte des 14. Jahrhunderts bestanden im römischen Reiche vier Bruderschaften, von welchen alle Streitigkeiten, welche von den Innungen selbst nicht geschlichtet werden konnten, entschieden wurden. Diese Bruderschaften hatten in Augsburg, München, Heidelberg und Basel ihren Sitz. Leider sind von den Satzungen nur noch Bruchstücke erhalten. In Freiberg i/S. durfte im 15. und 16. Jahrhundert niemand messerschmieden, der nicht zünftig gelernt hatte. Das Meisterrecht vererbte sich auf den jüngsten Sohn. Die Innung nahm keine unehelichen Lehrlinge auf. Kein Meister durfte dem anderen einen „knecht“ entfremden. — Niemand durfte fremde Messer feilhalten außer am Jahrmarkt oder zum Ablaß. In Freiburg durfte eigentümlicherweise weder Meister noch Geselle für einen unbekannten Mann ein Stück arbeiten. Auch den ansässigen Bürgern durften sie nicht mehr als jährlich je ein großes und zwei kleine Messer machen, und ledigen Gesellen durfte bei Strafe weder eine große noch eine kleine Klinge geliefert werden.



672 u. 673 Tranchiermesser, 674 Tafelmesser, 675 Fisch- oder Küchenmesser (15. Jahrh.). (Zu S. 264.)

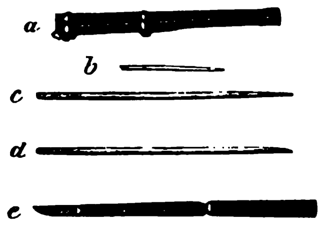
Alle diese Bestimmungen werden ihren wohlüberlegten Grund gehabt haben, den damaligen Verhältnissen entsprechend. Vieles paßt heute nicht mehr. Manches wäre heute noch gut, wie die Kontrolle und Stempelung der Ware, und die Entfremdung der Arbeiter.

Die Form des eigentlichen Messers war schon früh die heutige. Abb. 671 zeigt 8 verschiedene Formen italienischer Messer aus dem Ende des 16. Jahrhunderts, sämtlich mit angenieteten Schalen. Daß man damals auch schon geschmackvollere Muster zu schaffen verstand, zeigen die in den Abb. 672 u. 673 dargestellten zwei Tranchiermesser aus dem 15. Jahrhundert; 674 ist ein Tafelmesser und 675 ein Fisch- oder Küchenmesser aus derselben Zeit.



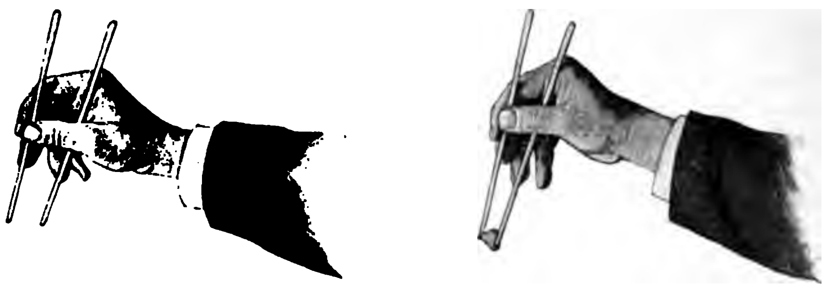
676. Verstählen. 677. Ansetzen des Bundes.

Die Herstellung der Klingen geschah im Mittelalter auf folgende Weise: der Schmied fertigte sich aus einem Stück flachgeschmiedeten Stahl eine Rolle, in welche er (Abb. 676a) das Ende einer runden Eisenstange steckte, die er dann mit dem Ring zusammenschweißte. Aus der Stelle, wo der Ring zusammenstieß, quoll das Eisen (Abb. 676 b) heraus, während die entgegengesetzte Seite eine größere Masse Stahl enthielt, aus der die Schneide, herausgearbeitet wurde. Die eigentliche Klinge (Abb. 676 c) wurde dann aus dem verstählten Stück gemacht; da, wo der Stahl aufhörte, begann das Heft. Mit Hilfe eines flachen Locheisens und des Schraubstockes wurde dann (Abb. 677) der Bund angestempelt, worauf die spitze Erle oder, wenn Schalen angewendet werden sollten, die flache Angel fertig ausgeschmiedet wurde.



678. Chinesisches Eßbesteck. a Etui, b Zahnstocher, c u. d Eßstäbe, e Messer.

Gabeln kamen erst spät in Gebrauch; man bediente sich bis in das Mittelalter hinein des dem Menschen von der Natur mitgegebenen fünfzinkigen Instrumentes. Die ersten künstlichen Gabeln waren zweizinkig und dienten als Bratengabeln, also nur zum vorlegen. Die Chinesen bedienen sich heute noch zweier knöcherner Stäbe, welche sie mit großem Geschick zu handhaben wissen. Abb. 678 zeigt ein chinesisches Eßbesteck, welches an Ort und Stelle in den 60er Jahren erstanden ist, und Abb. 679 die Handhabung. — Gabeln im


679. Handhabung des chinesischen Eßbestecks.

modernen Sinne waren in Frankreich im 16. Jahrhundert selbst bei Hofe noch neu. In England fanden sie noch später Eingang. Thomas Coriate*) war der erste, welcher im Jahre 1608 die aus Italien stammende Sitte des Gebrauches der Gabel in England einzuführen versuchte, aber auf Spott und Hohn stieß. Auch in den anderen Ländern führte sie sich nur schwer ein; in Spanien wird sie von den geringeren Ständen heute noch verschmäht. In Deutschland gehörte noch im 16. Jahrhundert zum Meisterstück des

*) Beck, I. S. 478.

Messerschmiedes ein Tischfutteral von 12 Messern und einer Gabel, nebst einem Wetzstahl. Es ist anzunehmen, daß auch diese Gabel mehr zum vorlegen als zum Gebrauch in unserer heutigen Weise diente.

Das Material der heutigen Messer, bezw. der Klingen derselben richtet sich nach dem zu schneidenden Material.

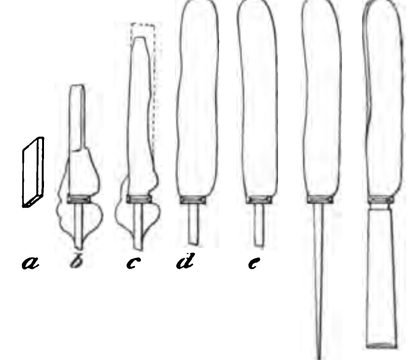
Mit Vorliebe braucht man nach uraltem Vorgange heute wieder Bronze für Obstmesser. Das Hauptmaterial aber ist der Stahl. Und da es sich überaus selten lohnt, die nicht schneidenden Teile des Messers aus einem anderen Material zu fertigen, weil das anfügen desselben (vergl. Abb. 676) mehr Kosten verursachen würde, als der Unterschied im Materialienpreis beträgt, so begnügt man sich in den meisten Fällen damit,



680. Doppelfallwerk zum schlagen grober Scheren.

diese anderen Teile zu beschränken: anstatt des massiven Griffes, wie er noch vor kaum zwei Jahrzehnten wieder modern geworden ist, reckt man diesen Teil des Messers zu einem feinen Stab, der Angel oder, für größere Messer, Erle aus und versieht diesen mit einem der Hand angenehmeren und leichteren Material, dem Griff oder der Schale, oder macht ihn hohl, oder aber setzt ihn, wie bei dem Taschen- und Rasiermesser, beweglich an. Es ist also die Klinge, welche uns zunächst hier beschäftigt.

Früher, vor allgemeiner Einführung des Gußstahles zur Fabrikation der Messer, also vor kaum 15 Jahren, war der Raffinierstahl das Hauptmaterial für die Klingen. Derselbe ist nicht so schön homogen, wie unser heutiger Massenstahl, aber gerade dies gereichte ihm im Gebrauch zum Vorteil: die Schneide eines aus Raffinierstahl gefertigten Messers gleicht, mikroskopisch gesehen, einer Säge, während der homogene Gußstahl um so mehr eine gerade Linie ergibt, je



681. Herstellung des Tafelmessers. (Zu S. 266 f.)



682. Schmieden der Klingen unter dem Schwanzhammer.

besser er ist. Aber die Säge gibt den Schneid, und die Hausfrau benutzt noch heute gern die alten abgenutzten, schmal und dünn gewordenen Messer mit dem sehnigen Gefüge. Hat man doch neuerdings*) Messer, bei denen es besonders auf Schneidfähigkeit ankam, wie Bratenmesser, aus Damaststahl gefertigt, welche, mit dem Wetzstahl behandelt, vorzügliche Resultate geben.

Die Herstellung der Klinge kann auf zweierlei Weise erfolgen: durch ausrecken aus einem Stab oder durch ausstanzen aus Blech. Im großen und ganzen wird der erste Weg für große und der letztere für kleine Klingen eingeschlagen, unabhängig von den besonderen Formen derselben.

Das ausschmieden, welches früher ausschließlich von Hand, nach echter und rechter Schmiedeweise, geschah, ist heut in der Regel mindestens für die erste Formgebung dem Schlagwerk übertragen; eine Ausnahme wird später besprochen werden.

Abb. 681 zeigt die Form und Herstellungsfolge des gewöhnlichen Tafelmessers. Das gut warmgemachte Rohstück (a) wird hochkant auf das Untergesenk gelegt und erhält auf irgend eine Weise die Pressung: das Obergesenk wird, genau geführt, aufgetrieben, und zwar entweder nach alter Manier als Stielgesenk mit dem Hammer, oder unter dem uns bereits mehrfach bekannt gewordenen Fallwerk. Es wird dadurch nur der untere

*) Nach dem Vorschlage des Referenten, der schon seit längerer Zeit diese schöne Eigenschaft des Damaststahles zu dem angegebenen Zwecke benutzte.



683. Richten und härten der Klingen.

Teil des Messers gebildet; der später zur Erle (Angel) auszureckende Stift (Abb. 681 b bis e) und der Bund, welcher bekanntlich den Zweck hat, das Messer auf den Tisch legen zu können, ohne daß die event. nicht mehr saubere Klinge das Tischtuch berührt. Nunmehr wird die Klinge gereckt. Wohl wäre es möglich, auch diese zu schlagen — es geschieht dies auch in besonderen Fällen — aber man zieht es vor, hier die alte Methode beizubehalten. Das ausschmieden übt einen sehr wohltätigen Einfluß auf den Stahl aus, und man verzichtet bei elastischen Klingen nicht gern darauf.

Dasselbe geschieht in zwei Perioden: vorschmieden und fertigschmieden. Das erstere ist gewöhnliche Reckarbeit und wurde früher nur von Hand geliefert. Dann trat der mechanische Hammer irgend einer Konstruktion, vor allem der Schwanzhammer (Abb. 682), ein, und heut ist es ein sonderbares Ding, der Vierhammer (Abb. 684), welcher diese Arbeit übernimmt. Derselbe besteht aus vier kleinen und einander gleichen Hebelhämmern, von denen zwei sich um eine horizontale und zwei sich um eine vertikale Achse drehen, und von denen jeder, so zu sagen, den Amboß des gegenüberliegenden bildet. Ihre Arbeitsweise unterscheidet sich indessen von der des gewöhnlichen Hammers durch den an sich begrenzten Hub. Der Hammer darf hier nicht so weit in das Material eindringen, wie es die Wucht seines Schlages vermöchte, er darf das Material nur bis zu einer festgelegten Grenze zusammendrücken, die ihm (Abb. 685) durch Anschläge geboten wird, welche an der Bahn — oder sonst in zweckentsprechender ähnlicher Weise — gegeben sind. So verhindert der

Vorsprung a der genannten Abbildung, daß die Klinge dünner wird, als er selbst hoch ist, und ebenso die Knagge b (Abb. 686), daß die Breite der Klinge geringer wird. Die Arbeit geht an diesen Hämmern mit außerordentlicher Geschwindigkeit vor sich: der Arbeiter schiebt das Rohstück hinein und zieht es ebenso schnell wieder zurück, um die gewünschte Form zu erhalten. Der Hammer liefert über 3000 Stück den Tag.

Es folgt nun das fertigschmieden. Dasselbe hat, wie oben bemerkt, den Zweck, die Klinge auf die richtige Dicke und Schärfe zu bringen und derselben die erforderliche Elastizität zu geben. Sie wird daher wieder gut rotwarm gemacht und dann durch schnelle Schläge bearbeitet, welche bis über das schwarzwerden hinausdauern. Je schneller diese Schläge fallen, desto besser ist die Wirkung. — Hier hat die Handarbeit schon längst nicht mehr genügt, und seit langer Zeit ist der Schwanzhammer, besonders schnell gehend, hierfür eingetreten.

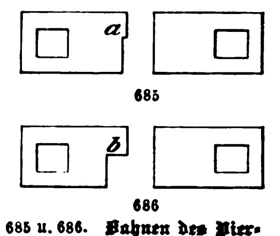


684. Pierhammer. (Zu S. 267.)

Die auf dem Gebiete der feinen Schneidwaren weltberühmte Fabrik von J. A. Henckels in Solingen (s. Titelbild) hat hierfür einen eigentümlichen Hammer geschaffen, der jenen alten und bei den Hammerschmieden immer noch so beliebten Schwanzhammer ersetzt und die Tugenden desselben mit Vorzügen vereinigt, welche die moderne Fabrikation nicht missen kann. Die Tugenden liegen in der außerordentlichen Schlaggeschwindigkeit, welche erforderlich ist, um dem Stahl die Wärme möglichst lange zu erhalten, der Abkühlung entgegenzuarbeiten, sowie, hier allerdings unwesentlich, in der leichten Zugänglichkeit. Die durch die Henckelssche Verbesserung hineingebrachte Anpassung an die heutigen Anforderungen der Messerschmiede bestehen in dem wesentlich solideren Bau und in der rationellen Verwendung der Federkraft. Diese liegt beim alten Hammer im Stiel, dem Helf, und ist bei dem neuen (Abb. 687) in ein besonderes Zwischenorgan eingeschaltet, den exzentrisch gelagerten und durch das Schneckenrad b bethätigten Hebel g, dem man allerdings die Feder nicht ansieht. Dennoch ist dasselbe imstande, die Wucht des emporgeschleuderten Hammerkopfes aufzunehmen und nach unten hin zurückzugeben. Es sind harte Schläge, die dieser Hammer macht, und deren viele, bis 500 in der Minute, auf

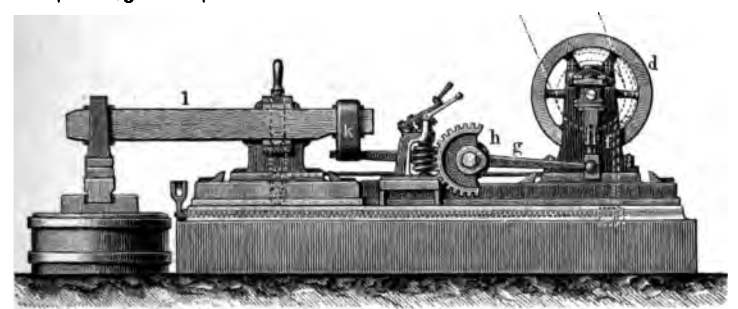
dünnes, prellendes Material, und betäubend ist der Lärm, den die in großer Anzahl in einem Raum vereinigten Hämmer machen. Aber schnell und sauber ist auch die Arbeit, welche der Hammer liefert, und vorzüglich die dadurch bewirkte Elastizität der Klingen.

Um der Klinge die genaue Form zu geben, wird sie nunmehr in den „Schnitt" gebracht, eine Presse, wie in der Abbildung 688 angegeben, welche mit einer Formschere ausgerüstet ist, d. i. eine untenliegende Stahlplatte, welche genau in der Form der fertigen Klinge ausgearbeitet ist, und ein dazu passender, ebenfalls mit scharfen Kanten versehener Stempel, wie wir beides in mannigfachster Form auf dem Gebiete der Kleineisenindustrie vorfinden. Die Einrichtung solcher Pressen ist derart, daß zwar die Welle derselben nach dem ingangsetzen dauernd umgeht, nicht aber der Stempel regelmäßig dessen Bewegungen folgt. Letzterer geht nur dann hinab, um seine Arbeit auszuführen, wenn es der Arbeiter will, d. h. wenn derselbe die Klinge in die richtige Lage zum Schnitt gebracht hat, ein Druck mit dem Fuße auf einen Hebel — und eine Sekunde später ist der Schnitt fertig; der Stempel ist in seine obere Lage zurückgekehrt und harrt dort weiterer Befehle.



685 u. 686. Bahnen des Vierhammers. (Zu S. 267 f.)

Nun kommt das andere Ende, die Erle oder Angel, an die Reihe. Es ist eine Art feiner Reckarbeit, welche an die Nagelschmiede erinnert, die vorgenommen werden muß, um aus dem stiftförmigen Ende c, d oder e der Abb. 681 die unter f gezeichnete lange Spitze herauszuziehen. Dabei wird auf Glätte nicht nur nicht gesehen, sondern sogar eine besondere Weitläufigkeit des Schlages angestrebt, um die Erle recht uneben zu gestalten. Ihr Zweck ist ja bekanntlich, in das Heft gesteckt und dort durch Harz, Schwefel, gegossenes Metall oder ähnliche Körper befestigt zu werden; je unebener die Oberfläche ist, desto besser wird dieser Zweck erfüllt. Auch hier wendet man in der Neuzeit den Vierhammer an, der bei schnellem Durchziehen des Rohrstückes in erstaunlich kurzer Zeit diese Aufgabe löst.



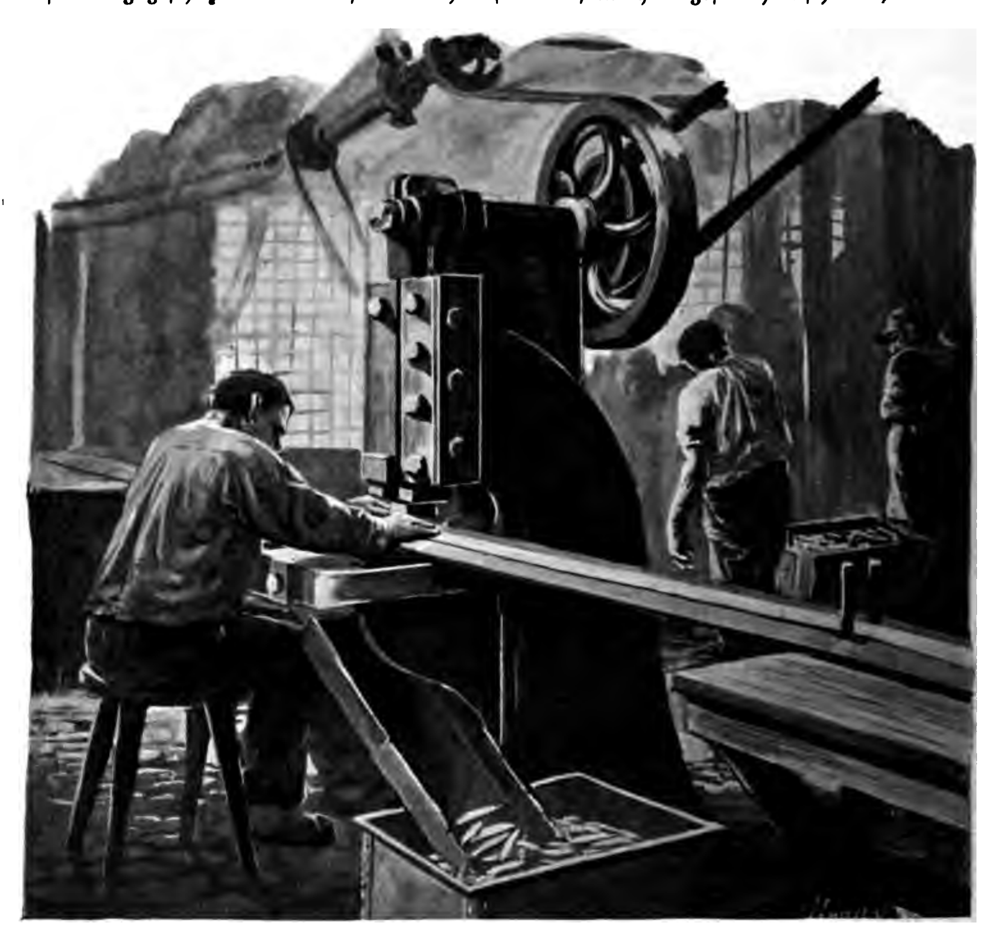
687. Henckels' Schwanzhammer.

Nachdem so die äußere Gestaltung der Klinge nebst Zubehör vollendet worden ist, kommt die innere Gestaltung zur Behandlung; der ungehärtete Stahl ist zu weich. Die Klingen werden daher, der Natur des betreffenden Stahles entsprechend, mehr oder weniger gut rotwarm gemacht, in Fett oder in einer anderen Härteflüssigkeit abgelöscht und dann in einer über einem Feuer sich drehenden Trommel nachgelassen. Hierdurch wird der spröde, oft glasharte, dem Härtetrog entnommene Stahl milde und federnd, wie wir es bei der Klinge wünschen.

Dem härten folgt das schleifen. — Wir betreten einen großen Arbeitsraum, in welchem eine größere oder kleinere Zahl Schleifsteine, von Wasser benetzt, umlaufen, und gegen welche (Abb. 689) die Arbeiter die Klingen halten. Ein mächtiges, grobes Werkzeug — und eine feine Arbeit, bei welcher lediglich das Gefühl die Richtschnur abgibt. Ein merkwürdiger Gegensatz: die meist abgehärteten Menschen, gewohnt, im Schmutz zu stecken — ihr Gewerbe läßt Sauberkeit nicht zu — und auch meist mit rauhen Manieren, denen die Feinfühligkeit in ästhetischer Beziehung oft sehr fern liegt, und dabei

wieder jene körperliche Feinfühligkeit in den Händen, welche allein den sauberen Schliff ermöglicht. Der Schleifer sieht nicht, was er macht, er sieht nur, was er gemacht hat, und ändert danach, immer dem Gefühl folgend, Druck und Haltung der Klinge gegen den Stein.

Diese Schleifarbeit birgt so manche Gefahr in sich. Zunächst ist es die dauernde Nässe, welche den Arbeiter während der ganzen Arbeitszeit umgibt und im Winter in den oft wenig geschützten Räumen, den Schleifkotten, in ihrer gesundheitsschädlichen Wir-



688. Das ausschneiden der Klingen. (Zu S. 269.)

kung verschärft wird. Dann erfordert die Arbeit insofern Vorsicht, als die zu schleifende Klinge durch den Stein leicht mitgerissen wird und so Verletzungen bewirken kann. Endlich liegt die große Gefahr des platzens des Schleifsteines vor, namentlich, wenn derselbe nicht ganz rißfrei ist. Die Umfangsgeschwindigkeit solcher oft $2^1/_2$ m im Durchmesser haltenden und ziemlich schnell umlaufenden Steine ist recht bedeutend und imstande, ein auseinanderreißen, fälschlicherweise „Explosion" genannt, zu bewirken. Das Gesetz schreibt daher einen Schutz schnelllaufender Steine gegen die Wirkung solches zersprengens vor. Die Abb. 689 u. 690 zeigen uns solche, durch eine abnehmbare eiserne Gürtelung geschützte Steine. Die der Abb. 690 läßt den Stein an zwei Stellen frei: vorn, bei a, an der gewöhnlichen Arbeitsstelle (vergl. Abb. 689), und oben, bei b, wo das abziehen, das feine nachschleifen nach dem eigentlichen schleifen, erfolgt. Die — der Firma Fr. Aug. Göbel in Solingen patentierte Vorrichtung gestattet, die Arbeitsstelle durch aus-

wechseln der oberen Schutzplatten gegen die etwas niedriger liegenden zu verlegen, wenn der Stein genügend weit abgearbeitet worden ist.

Das „naßschleifen" wird überall da geübt, wo es sich um Wegnahme großer Partien oder um Bearbeitung größerer Flächen oder um solche von gehärteten Gegenständen handelt, weil die beim trockenschleifen sich entwickelnde Wärme dem Stahl die Härte nimmt. Die zum „trockenschleifen" verwendeten Steine sind wesentlich kleiner, oft von der Größe der Pließscheiben, und laufen entsprechend schnell um. Sie werden da verwendet, wo der grobe Naßschleifstein nicht hinkommt, wie bei Profilen, zum ausputzen der Bunde und sonstigen Ecken. — Wenn schon das trockenschleifen nicht die oben geschilderten Unannehmlichkeiten für den Arbeiter mit sich bringt, so ist es doch wieder durch



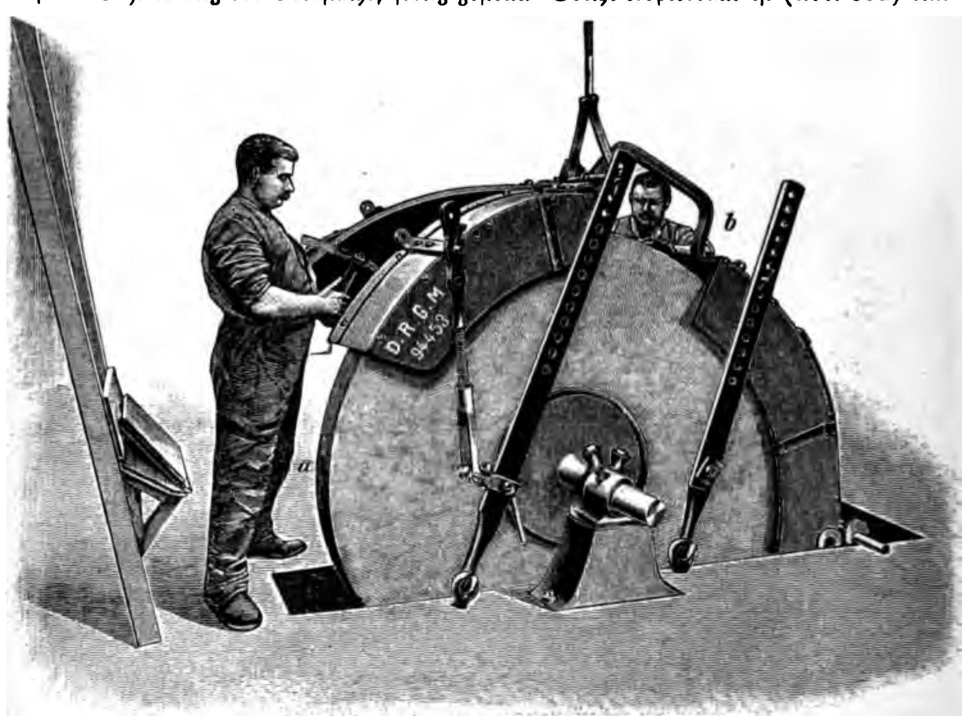
689. Schleifen der Klingen. (Zu S. 269 f.)

die Staubbildung recht gesundheitsschädlich. — Der trockene Schleifstein wird zur Zeit vielfach durch die Schmirgelscheibe ersetzt.

Dem schleifen folgt das pließen (pliesten) und polieren. Beides geschieht auf schnell umlaufenden hölzernen Scheiben, auf deren hohe Kante ein mit Schmirgel oder Polierrot beleimter Riemen befestigt ist. Je nach dem Grad der Feinheit des Schmirgels, der mit Öl aufgegeben wird, unterscheidet man grob- und feinpließen; die letzten beiden Stufen nennt man blau und braun. Einen noch höheren Glanz erhält man durch das polieren, welches nur bei ganz feinen Klingen Verwendung findet. Hierzu dient das Polierrot mit verdünntem Spiritus. Die hierfür bestimmten Scheiben laufen wesentlich langsamer um. Das grob- und auch noch das feinpließen gilt der Materialentnahme, das blau- und das braunpließen, sowie die eigentliche Politur, gelten lediglich der Oberfläche

Die bisher beschriebene Form der Klingen setzt, wie oben angedeutet, voraus, daß sie mit besonderen **Griffen**, Heften, versehen werden sollen, um eine bequeme Handhabung zu ermöglichen.

Die Herstellung der Hefte richtet sich nach dem hierzu bestimmten Material. Meistens sind es edle Holzarten, hartes Obstbaumholz, Erle, Ebenholz, auch vielfach in Kalkwasser gebeiztes Rotbuchenholz; dann Elfenbein, Knochen, Celluloid, und endlich verwendet man auch Hohlgriffe von Metall. — Soweit diese Stoffe — abgesehen von den metallenen Hohlgriffen — der Form oder wegen anderer Ursachen nicht von Hand bearbeitet werden müssen, werden sie in passende Stücke zersägt und auf der Kopierbank in einem Zug, bis auf die Behandlung der Oberfläche, fertig gestellt. Solche Kopierbank ist (Abb. 691) eine



690. Geschützter Schleifstein. (Zu S. 270.)

wie gewöhnlich mit einem durch eine Spindel a verschiebbaren Support versehene Drehbank, zwischen deren Spitzen eingespannt das Drehstück umläuft. Statt des Drehstahles dient ein schnell rotierender Fräser b mit sehr scharfen Schneiden. Dieser Support — Stahl- oder Fräserhalter — hat neben seiner gleichförmig fortschreitenden Bewegung noch eine solche vertikal zum Bett der Bank, welche durch ein Modell c geregelt wird. Er wird durch eine Gewichtschnur stets gegen dies Modell gedrückt, durch dieses selbst aber, welches genau wie der zu liefernde Körper geformt und in der Zeichnung mit Absicht recht unrund dargestellt ist und gleichmäßig mit dem Drehstück umläuft, abgedrückt. Der Fräser macht also oben dieselben oder mathematisch ähnliche Bewegungen, wie unten die Rolle, welche gegen das Modell gepreßt wird und welche mit dem Support durch einen Hebel verbunden oder aber unmittelbar an demselben befestigt ist. Im letzteren Fall muß das Modell in Größe und Form genau dem Drehstück gleichen, während bei Einschaltung eines Hebels ein entsprechender Größenunterschied vorhanden und event. eins das Spiegelbild des anderen sein muß.

Diese Bänke sind stets in größerer Zahl vorhanden und werden oft zu mehreren von einem meist jugendlichen Arbeiter bedient, der nur das an- und abstellen der Bänke sowie das ein- und ausspannen der Drehstücke zu besorgen hat.

Dann werden die Hefte nachgeputzt, gebohrt, poliert und endlich auf die Angel gesetzt und dort befestigt. Wie bereits bemerkt, geschieht dies durch eingießen von irgend einem flüssig gemachten und gut erhärtenden Körper, welcher in die hierzu hergestellte Bohrung gegossen und in welchen die erwärmte Angel eingedrückt wird. Bei feinen Tafelmessern gehen die Erlen auch wohl durch und werden nach dem auflegen eines Metallplättchens oder nach dem eingießen einiger Tropfen Blei vernietet; die Vermittelung des Harzes bleibt trotzdem erforderlich.

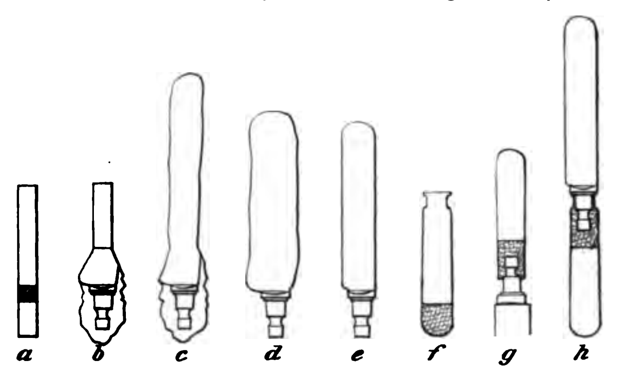
Um dem Griff ein gutes Gewicht zu geben und dadurch das Übergewicht desselben, der Klinge gegenüber, zu sichern, gibt man auch größere Mengen Blei oder ein ähnliches Metall hinein, bevor die Angel vernietet wird.

Recht beliebt haben sich die Messer mit hohlen Metallgriffen gemacht, welche aus irgend einer der heute so verbreiteten Legierungen bezw. aus dem Blech derselben, aus zwei Hälften zusammengelötet, auch nahtlos — siehe Rohrbildung — hergestellt werden. Abb. 692h zeigt diese Form, an der Befestigungsstelle geschnitten gedacht. Die Erle ist hier sehr kurz gelassen, so wie sie nach dem ersten Schlag aus dem Rohstück (Abb. 692a u. b) entstanden ist. c zeigt dasselbe Stück nach dem ausrecken der Klinge, d nach dem schmieden derselben, und e stellt die fertige Klinge dar. Das Heft wird nun etwa zu einem Viertel mit einer leichtflüssigen Legierung oder reinem Zinn gefüllt (Abb. 692f), worauf die Klinge eingesetzt wird. Dann wird das Ganze umgedreht, die Klinge nach unten (Abb. 692g), und durch eine Lötflamme am Heft erwärmt, so daß das flüssige Metall sauber herunterfließt und so eine sehr solide Verbindung herstellt. (Patent Dörschel, Solingen.)

691. Kopierdrehbank.

Der oben erwähnte Umstand, die Beschwerung des Heftes, hat in Verbindung mit dem Wunsche, die Herstellung des Tafelmessers zu verbilligen, dazu geführt, Klinge und Heft, wie vor alten Zeiten, aus einem Stück zu fertigen, was sich vor etwa 20 Jahren einführte.

Die Abb. 693 zeigt ein solches Messer in den verschiedenen bereits besprochenen Stadien: a nach dem ersten Schlag, b nach dem ausschmieden der Klinge, c nach dem Schnitt und d fertig geschliffen. Das Heft hat hier einen rhombischen Querschnitt. Das Rohstück, von welchem in der Abbildung a noch die Hälfte ungeändert geblieben erscheint, hat die uns bereits bekannte Form des kurzen Prismas. Abb. 694 stellt ein solches Messer dar mit ovalem Querschnitt des Heftes, nach dem schlagen des letzteren. Das Rohstück ist hier schlank und spitz gehalten, wodurch Reckarbeit erspart wird. — Nun ist man aber, weil die massiven Hefte zu schwer oder aber zu klein ausfallen, auch wieder zu den Hohlheften zurückgegangen, bei denen man volle Form mit geringerem Gewicht vereinigen kann. Abb. 695 zeigt die Herstellung dieses Messers: a das Rohstück und b dasselbe nach dem ersten Schlag, welcher das halbe Heft fertiggestellt hat. c ist der Querschnitt und d die Seiten-



692. Eingegossener Hohlgriff.

ansicht desselben. Dann folgt in e und f die Ausbildung der Klinge. Zur Vollendung des Griffes gehört noch die andere halbe Schale. Deren werden (Abb. 695 g und h) gleich zwei mit einem Male geschlagen, also der Bedarf für 2 Messer mit einem Male gedeckt. i sind die beiden fertigen Hälften. Eine derselben wird mit der anderen Hälfte (Abb. 695c) durch schweißen oder löten vereinigt und gibt so ein sehr solides, leichtes und doch, nach dem obigen, ausgewogenes Messer (Abb. 695 k u. l).

a b c d

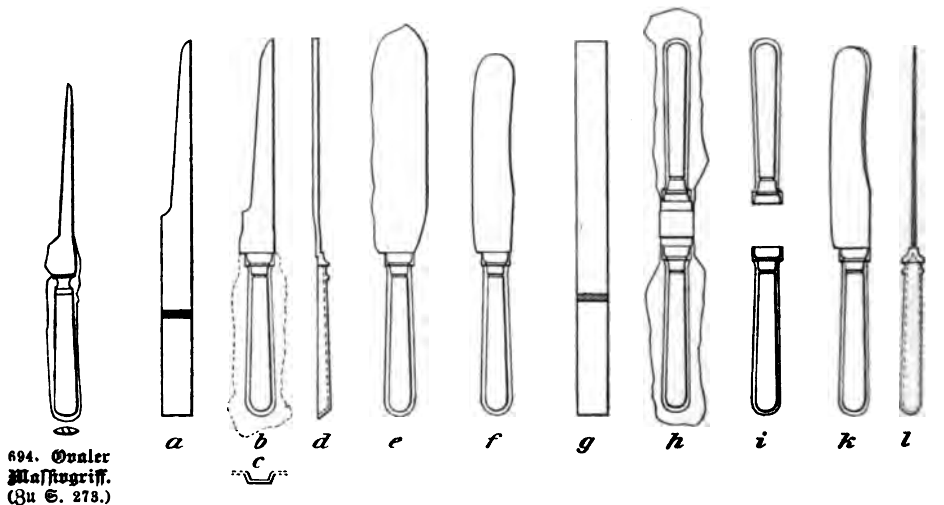
693. Rhombischer Massivgriff. (Zu S. 273.)

Auch solche Griffe, welche mit Holzschalung versehen werden sollen, werden, wie in der Abb. 696a u. b angegeben ist, neuerdings durch schlagen hergestellt. Die Schalung nimmt dann nur den mittleren Teil ein und liegt zwischen Vorsprüngen, welche die Gesenke stehen gelassen haben.

Weniger im Sinne der Fabrikation als in dem des Sprach- und Nutzgebrauches gehören zum Tafelmesser die **Gabeln**. Die Herstellung derselben ist wesentlich einfacher als die der ersteren und gleicht derselben nur in Bezug auf den Bund, die Erle und das Heft.

Das Material der Gabel ist — abgesehen von Bronzen u. s. w. — milder Stahl. Zinken und Bund werden unter dem Fallhammer geschlagen, während die Schnittpresse das ausstoßen der Zinken besorgt.

Das ausschlagen geschieht sowohl einfach glatt, als auch unter Vorpressung der Zinken, so also, daß diese nur eines leichten ausschneidens bedürfen. In der Regel unterläßt man z. B. das letztere, da die Gabelklinge schwach genug ist, um leicht durchstoßen werden zu können. Abb. 697 zeigt das Rohstück, die geschlagene Gabel und die beim ausstanzen der Zinken abfallenden Späne. Die Zinken werden dann mit Hilfe des Pließriemens nachgeputzt. Es ist dies ein über zwei oder mehrere Scheiben laufender, mit Schmirgel beleimter Riemen, welcher



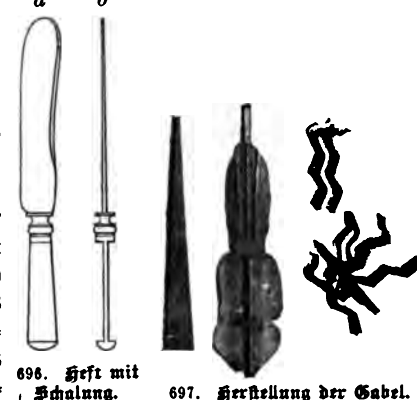
694. Ovaler Massivgriff. (Zu S. 273.)

695. Angeschmiedeter Hohlgriff.

an und zwischen den Zinken durchgeführt wird. Abb. 698 zeigt eine recht vollkommene Anordnung dieser Art, wie sie stets da angewendet wird, wo die Pließscheibe nicht ankommen kann.

Überall da, wo der Bund fehlt und auf die Wirkung des ausschmiedens kein Wert gelegt wird, geschieht die Herstellung der Klinge durch ausstanzen aus Stahlblech. Hierher gehört das einfache **Küchenmesser** (Abb. 699). Der für den Griff bestimmte Teil wird kürzer gelassen und ausgeschmiedet. Dann folgt das lochen und die Befestigung der Schalen durch einfache Vernietung.

An dies einfache Küchenmesser schließt sich, dem Gange der Herstellung folgend, das Taschenmesser. Hier ist der Schnitt aus Stahlblech so recht am Platze. Ein Bund ist nicht vorhanden, und das ausschmieden ist nicht erforderlich, da Elastizität nicht verlangt wird und das gute Stahlblech an sich schon jeder Anforderung entspricht.



696. Heft mit Schalung. 697. Herstellung der Gabel.

Abb. 700 zeigt die aufeinanderfolgenden Stufen in der Herstellung einer einzigen Taschenmesserklinge, die durchweg auf mechanischem Wege in Form gebracht wird. Hier wird ganz besonders alles bis auf das kleinste so ausgetüftelt, daß kein Schlag zuviel ausgeübt wird und alles auf dem schnellsten Wege vor sich geht, denn diese Messer werden in großen Mengen gebraucht und sollen sehr billig sein. Schon die erste Abbildung (a) zeigt, wie selbst der Abfall vermieden wird: das Ergänzungsstück, in der Abbildung punktiert gezeichnet, erhält seine Form durch abtrennen des vorhergehenden Rohstückes und braucht nur abgeschnitten zu werden. Von dieser Gestaltung aus durchläuft die Klinge die angegebenen Stadien, wie unter den Abbildungen näher bezeichnet. — An einem anderen Orte werden, wiederum fast nur durch den Schnitt, die verschiedenen in der Abb. 701 gezeichneten zum Heft gehörenden Teile gefertigt: die für ein vierklingiges Messer erforderlichen 3 Bleche — zwei (a u. k) für die Schalen und eins (f) für die Mitte; ferner die beiden Doppelrückenfedern c u. i. — Das Messer hat 4 Klingen und die drei Stifte b. Alles dies wandert mit den Klingen zum Reider, welcher es zusammenstellt, festigt und zum versenden fertig macht.

Während diese einfache Form bis vor kurzem fast allein das Feld behauptet hat, wenn man von den Zuthaten, wie Federmesser, Korkzieher, Champagnerbrecher, Handschuhknöpfer, Nagelfeile, Nagelschere, Zigarrenspitzenschneider, Bleistiftspitzer u. s. w. absehen will (die Solinger Firmen haben Messer ausgestellt mit mehreren Hundert derartigen Klingen und Zuthaten), treten jetzt neue Konstruktionen auf, welche namentlich das öffnen der Messer erleichtern sollen. Auch hier ist es wieder Solingen, welches sich ganz besonders hervorthut. Die Abb. 702 zeigt ein Messer, bei welchem die Schale aus zwei U-förmig gepreßten Metallplatten besteht, welche mit dem Messer ein dreigliedriges Gelenk geben, so daß sich alles bequem zusammenlegen läßt. In anderer Weise, wir verdanken diese Formen der Firma Boentgen & Sabin in Solingen, führt die Konstruktion (Abb. 703) zum Ziele, bei der das Heft aus zwei schmalen Heften zusammengesetzt ist, welche die Klinge entweder verdeckt zwischen sich aufnehmen oder, auseinander geklappt und anderseitig zusammengelegt, das eigentliche Heft abgeben.



698. Schmirgelriemen zum Gabelputzen.

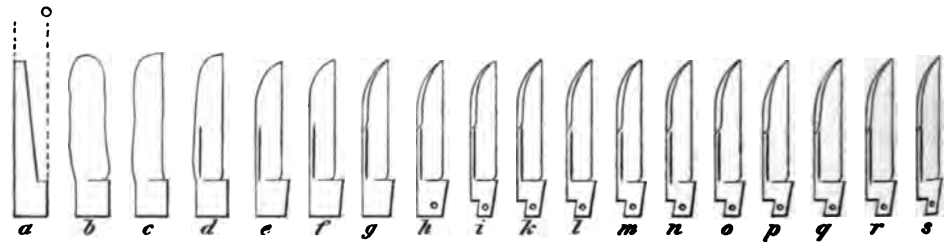
Eine Konstruktion ohne wesentliche Änderung des Heftes zeigt Abb. 704, bei welcher die Klinge sich durch herausziehen eines Hakens am unteren Ende öffnet. Ebenso behalten die sogenannten Springmesser das einheitliche Heft bei, besitzen aber eine Einrich-

tung, vermöge welcher ein Druck auf das Knöpfchen A (Abb. 705) genügt, um ein Herausspringen der Klinge hervorzubringen. Diese Messer haben den großen Vorteil, daß man nur eine Hand gebraucht, um sie zu öffnen und zum Gebrauch fertig zu machen, was namentlich für Matrosen, welche sich in der Takelage befinden und oft nur eine Hand frei haben, von Vorteil ist. Um zu verhüten, daß solche Messer zufällig, ohne absichtlichen Druck, aufspringen, hat man bei den „Springmessern mit Sicherheit" die kleine Druckplatte B (Abb. 706) drehbar angeordnet, so daß sie über die Beschläge hinausragt und ein eindrücken des beweglichen Teils desselben verhindert. Erst durch querstellen des ovalen Knöpfchens ist die Seitenplatte des Beschlages frei, läßt sich eindrücken und gestattet der kräftigen im Heft verborgenen Feder, die Klinge herauszuwerfen. Durch den Schwung springt die letztere in die aufrechte Lage, in welcher sie durch einklinken eines an der beweglichen Backe befindlichen Stiftes festgehalten wird.

699. Küchenmesser. (Zu S. 274.)

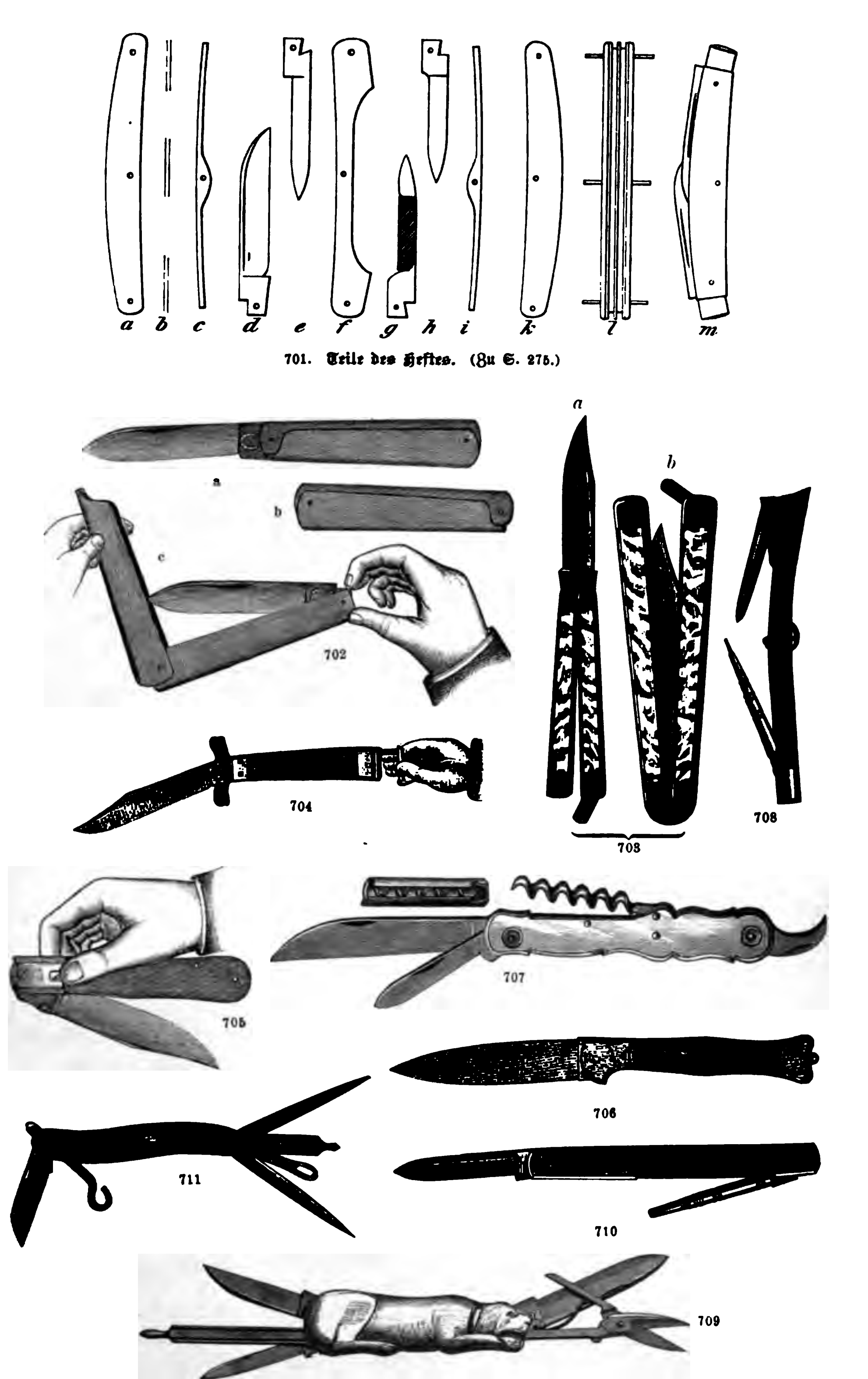
Andere Formen, denen neuerdings gepreßte Aluminiumschalen mit Reliefs aller Art hinzugetreten sind, zeigen die Abbildungen unter 707 bis 711. Diese Abbildungen geben dem Bestreben Ausdruck, sowohl die Formen des Heftes verschiedentlich zu gestalten und ihnen eine möglichste Abwechselung zu verleihen, als auch die Einsätze zu vermehren und die äußere Form des Taschenmessers allen möglichen anderen Zwecken, als denen der eigentlichen Klinge anzupassen. Eine recht interessante Ausbildung dieser Bestrebungen finden wir (Abb. 712) bei dem Taschenwerkzeug (Werkzeugmesser) „Elektron" von Heinrich Overbeck in Barmen (Albert Schmidt in Solingen), welches mit der üblichen Klinge und dem unvermeidlichen Korkzieher alle möglichen Werkzeuge, wie sie die elektrotechnischen Arbeiten erforderlich machen, vereint. Wir finden da mehrere Schraubenzieher und Feilflächen am selben Heft, dabei sogar eine recht zweckmäßig angeordnete Drahtzange, Isolierungsschaber u. s. w. Die Drahtzange ist ferner in sehr geschickter Weise zum festklemmen einer beliebigen Zahl anderer Werkzeuge verwendet worden, welche, wie Bohrer, Spitzen und Aufreiber, in das Heft gefügt werden können, so daß eine ungeahnte Vielseitigkeit geschaffen worden ist, die das Messer zu einem überaus brauchbaren Instrument gestaltet.

Zu den Klingen, welche keinen Bund besitzen und außerdem nicht durchgeschmiedet werden, gehören die Rasiermesser. Dieselben, heute von wesentlich anderer Form, als



700. Die Klinge des Taschenmessers. (Zu S. 275.)

in alten Zeiten (Abb. 713), werden in der modernen Fabrikation durchweg unter dem Fallwerk geschlagen, wie in der Abb. 713 dargestellt ist, erfordern insoweit also keine besonderen Anordnungen. Dagegen bietet das Rasiermesser in zweierlei Hinsicht große Schwierigkeiten: es sind dies das Material und das schleifen. Als ersteres wählt der sorgfältige Fabrikant den reinsten Stahl, der zu erhalten ist, mit hohem Kohlenstoffgehalt etwa 1,5 %. Denn wenn auch das von der Schneide zu durchdringende Material nicht hart ist, so ist der Winkel, unter welchem die Schneide geschliffen wird, so klein, daß nur das allerbeste Material den Anforderungen genügen kann. Daß die Herstellung einer so feinen Schneide eine große Geschicklichkeit erfordert, ist leicht ersichtlich. Aber sie erfordert auch ein eigenes Werkzeug, den für diesen Zweck besonders klein zu wählenden Stein. Bekanntlich besitzt das Rasiermesser im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Tafel- oder Taschen-



701. Teile des Heftes. (Zu S. 275.)

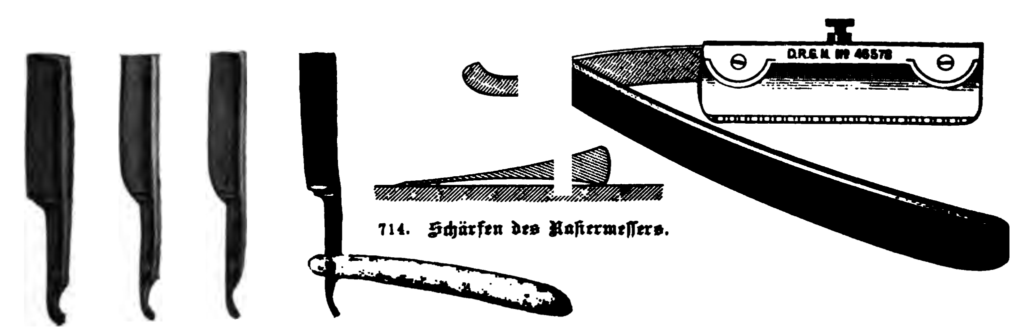
702 bis 711. Verschiedene Formen des Taschenmessers. (Zu S. 275 f.)

messer eine hohl geschliffene Klinge. Der Zweck der Höhlung ist die Notwendigkeit, das Messer leicht abziehen, d. h. in feinster Art nachschleifen zu können. Würde die Klinge, wie sonst üblich, eben sein, so würde beim abziehen die ganze Fläche in Mitleidenschaft gezogen werden, was diese Arbeit außerordentlich erschweren würde. Beim Hohlschliff liegt das Messer (Abb. 714) nur mit der Rückenkante und der Schneide auf, und die Wirkung des dabei angewendeten feinsten Schleifmittels beschränkt sich, die richtige Druckverteilung vorausgesetzt, nur auf die schmale Fase der Schneide. Der feine Winkel der letzteren bleibt gewahrt, während es bei der gewöhnlichen Klinge fast unmöglich ist, dieselbe nachzuschärfen, ohne den Schneidewinkel zu vergrößern, die Schneidigkeit also zu verringern.



712. Werkzeugmesser „Elektron". (Heinr. Overbeck.) (Zu S. 276.)

Ein anderer wesentlicher Unterschied zwischen der Behandlung der gewöhnlichen Klingen und der der Rasiermesser liegt in dem nachlassen. Die übliche Massenarbeit, nachlassen in der Trommel, ist hier der feinen Schneide wegen nicht angängig. Die Klingen werden entweder gar nicht angelassen, also gleich richtig gehärtet (direkte Härtung), oder auf heißen Platten oder im Sand angelassen. Nach dieser Operation erst werden die Klingen geschliffen und poliert. Dann folgt das anbringen der Schalen, des Heftes und darauf das feine einölen und verpacken.



714. Schärfen des Rasiermessers.

713. Rasiermesser. (Zu S. 276.)

715. Rasiermesser „Figaro".

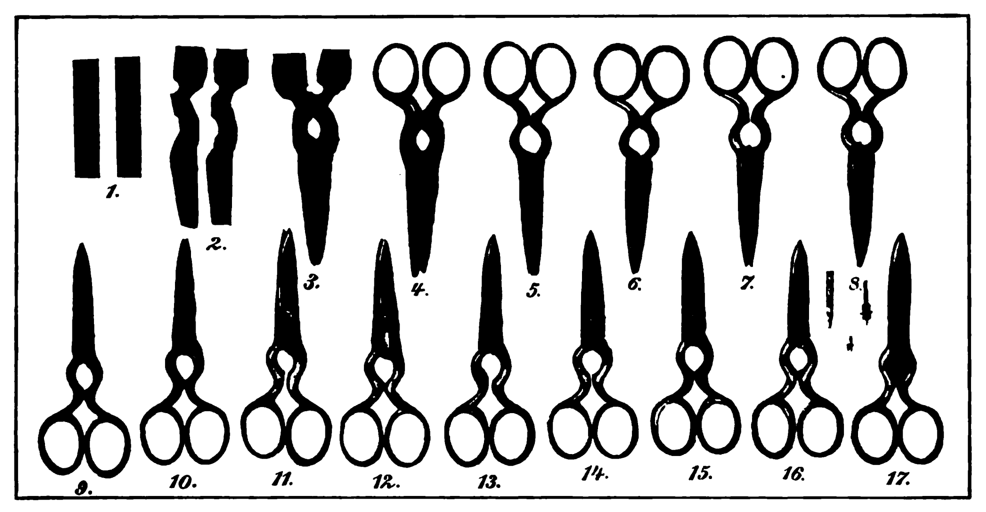
In der Neuzeit werden die Rasiermesser mit einer schützenden Leiste, wie Abb. 715 erkennen läßt, versehen, welche das einfahren beim rasieren hindert und so das selbstrasieren erleichtert.

Die Schere.

A. Feinere Scheren.

Statt der in früheren Zeiten allein herrschenden reinen Handschmiederei hat sich schon seit einem Jahrhundert die Gesenkschmiederei eingebürgert, bei welcher das Eisen oder der Stahl warm in Formengesenke geschlagen wird.

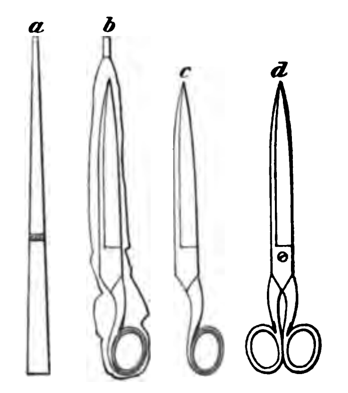
Abb. 716 gibt in 16 verschiedenen Stufen die Herstellung einer Knopflochschere auf diesem Wege an. Das Rohstück 1 — wegen der beiden nicht ganz gleichen Scherenschenkel doppelt — wird gut warm gemacht und auf das Untergesenk gelegt. Es ist dies ein Stahlstück, welches die halbe Form des zu schlagenden Stückes eingraviert ent-



716. Herstellung der Knopflochschere.

1. Rohstück. 2. Gesenkschlag des Schenkels. 3. Gesenkschlag der Spitze. 4. Ausweiten der Reide. 5. Ausfeilen der Reide. 6. Ausfeilen des Schenkels. 7. Ausarbeiten der Lücke. 8. Lochen. 9. Nachsenken; Gewinde; seitlich gebohrt. 10. Gehärtet und nachgelassen. 11. Naßschleifen. 12. Grobgepließt. 13. Feingepließt. 14. Gereidet. 15. Schlichten der Augen. 16. Licken der Augen. 17. Fertig.

hält und in eine Fuge des Ambosses eingeschoben oder dort festgekeilt worden ist. Hierzu paßt ein Obergesenk, ein hammerähnliches an einem Stiel befindliches Werkzeug, welches in seiner unteren Fläche die andere Hälfte des herzustellenden Stückes vertieft enthält, so also, daß Unter- und Obergesenk zusammen genau dem zu fertigenden Gegenstand entsprechen. Einige kräftige, mit dem Zuschlaghammer geführte Schläge prägen das Material in diese Gesenke hinein und schaffen in diesem Falle die unter 2 dargestellte Form. Ein zweites Gesenkenpaar liefert die Spitze 3 daran. Wir sehen bei 2 in jedem Scherenteil zwei Löcher vorbereitet: das eine, in der Mitte, ist nur durch eine kleine Vertiefung angedeutet und dient dem Bohrer als Anhalt für das Stiften- oder Schraubenloch, während das obere die Reide geben soll. Der Schmied locht zunächst kalt durch, macht dann gut warm und treibt die Reide auf, ein kantiges, in 4 dargestelltes Gebilde. Dasselbe würde, um eine handliche Form zu erhalten, einer ziemlich mühsamen Feilarbeit



717. Die Papierschere. (Zu S. 280.)

bedürfen, die aber wiederum durch Gesenkschlagen ersetzt wird, wodurch die Reide und auch, eventuell durch ein folgendes Gesenkenpaar, die Mitte schön und schnell ausgebildet

werden. Es folgt nunmehr das ausstanzen des Ausschnittes, das befeilen des Ganzen, härten, schleifen und pließen und endlich das zusammenstellen, womit die Schere packfertig ist. Von diesen letzten Arbeiten, welche wir schon in der Messerfabrikation kennen gelernt haben, ist das schleifen das allerschwierigste. Es kommt hier nicht nur, wie sonst wohl, darauf an, eine schön gerade aussehende Schneide zu erhalten, sondern dieselbe muß außerordentlich genau und dabei seitlich schlank gebogen sein, damit die beiden Schenkel haarscharf und sanft miteinander arbeiten, sich durch ihre eigene Federkraft leicht aneinander drückend. Die uns auf diesem Gebiete als mustergültig bekannte Fabrik von Henckels in Solingen stellte in Chicago eine Schere von nahezu zwei Meter Länge aus, von 58 kg Gewicht, welche trotz ihrer Ungeheuerlichkeit imstande war, feines Seidenpapier auf ihrer ganzen Schnittlänge sanft zu zerteilen.



718. Moderne Scherenformen.

Diese überaus schwere — durch die erforderliche Sorgfalt schwere — Schleifarbeit ist allerdings bei geringeren Dimensionen ermäßigt, bleibt aber immerhin als solche bestehen und erfordert stets sehr geübte Arbeitskräfte. So gibt auch die bekannte Papierschere ein schwieriges Stück Arbeit in dieser Richtung hin ab. — Sonst unterscheidet sich hier die erforderliche Arbeit wenig von der für kleinere Scheren. Abb. 717 zeigt eine abgekürzte Entstehungsreihe einer solchen Schere: a Rohstück, b geschlagen, c fertig geschliffen und d die fertige Schere. Abb. 718 gibt eine kleine Auslese der mannigfachen Formen anderer Scherenarten ähnlicher Art.

B. Garten- und andere grobe Scheren.

Der Artikel zeigt eine überaus große Mannigfaltigkeit, wie aus Abb. 719 zu ersehen ist, deren Nummern den darunter angegebenen Bezeichnungen entsprechen.

Diese Mannigfaltigkeit ist eigenartigerweise diesmal weniger den Geschmacksformen als den mechanischen Einrichtungen, welche sonst die Anzahl der Muster zu beschränken geneigt sind, zu verdanken. Die früher übliche und jetzt wenigstens in der Fabrikation vollkommen verdrängte Handschmiederei war zu schwerfällig und lieferte verhältnismäßig

teuere Ware, die dann gleichzeitig allen möglichen Zwecken dienen mußte. Die heutige, auf Massenfabrikation gestellte Herstellungsmethode erfordert freilich für jede Modelländerung mehr oder weniger kostbare Einrichtungen, die sich aber sehr bald bezahlt machen und trotz der größeren Anlagekosten wesentlich billigere Ware liefern.

Das **Material** ist, soweit nicht ganz besondere Zwecke vorliegen, Eisen und zwar Schmiedeeisen oder auch Stahl, und dann geschlagen, oder Temperguß oder endlich gepreßtes Blech. Die Schneidfähigkeit kann auf verschiedene Weise erhalten werden. Sind die Schenkel aus Stahl hergestellt, so führt die übliche Härtung ohne weiteres zum Ziel. Es gibt dies die solideste Ware, die aber bei diesen großen Scheren selten gefertigt wird. Recht dauerhaft sind Schenkel aus **Schmiedeeisen mit aufgeschweißtem Stahl**, was bei allen guten und derben, großen Scheren verwendet wird. Schneiden mit großem Schneidwinkel, wie z. B. die Gegenschenkel der Rebenscheren, können durch zementieren eine genügende Schneidhaltigkeit erhalten, was sogar für geringere und kleinere Ware bei getemperten Stücken angewendet wird. Diesen wird indessen der Stahl meistens angeschweißt, namentlich bei Damenscheren. In der Neuzeit setzt man die Schneiden in Form von Stahlblättern an und erreicht damit vorzügliche Resultate. Zunächst liegt hier die Möglichkeit vor, ausgezeichneten Stahl zu verwenden, ohne die Ware unnötig zu verteuern, und dann wird durch diese Anordnung eine oft recht nützliche Auswechselung ermöglicht, ganz abgesehen von der Annehmlichkeit, die Messer nach dem abnehmen weit sorgfältiger schleifen zu können, als es bei der einheitlich zusammengesetzten Schere möglich ist. Solche Einrichtungen finden wir weiter unten an den in den Abb. 720, 736 und 742 dargestellten Scheren.



719. **Grobe Scheren von Hugo Linder in Solingen.**

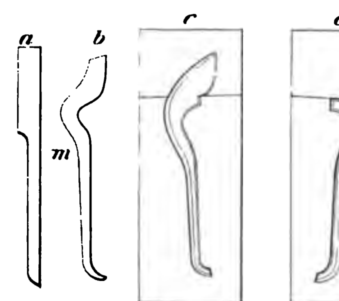
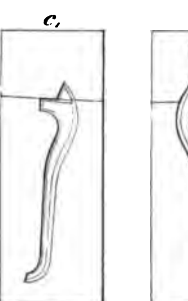
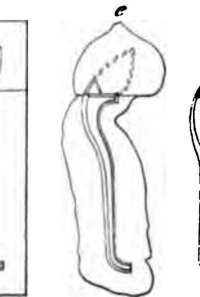
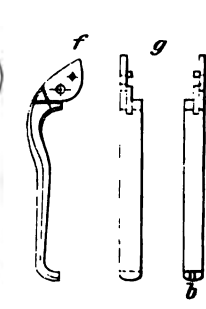
1. Zweigschere. 2. (Stab-) Zweigschere. 3. (Stock-) Zweigschere. 4. Okulierschere. 5. Zeichenzange. 6. Universalgartenwerkzeug. 7. Büchsenschere. 8. Rosenschere. 9. Blechschere. 10. Blechschere. 11. Plombenzange. 12. Gartenschere. 13. Gartenschere. 14. Amerik. Gartenschere. 15. Geflügelschere. 16. Dieselbe mit Tranchiermesser. 17. Dieselbe. 18. Dieselbe. 19. Gartenschere. 20. Gartenschere. 21. Gartenschere.

Folgen wir nun der Herstellung einer mit besonderen Schneiden versehenen Schere. Eine solche, hier eine Gartenschere (Abb. 720), besteht aus den beiden mit Messern a, a versehenen Schenkeln b, b, die durch einen Bolzen c miteinander verbunden sind und

durch eine Feder e auseinandergepreßt werden. Ein Schlußstück f dient in Verbindung mit einer Feder g zum schließen der Schere für den Nichtgebrauch. Im großen und ganzen sind diese Bestandteile so ziemlich allen groben Scheren gemeinsam.

Abb. 721a zeigt den Anfang, ein von der Stange abgeschnittenes Stahl- oder Eisenstück. Dasselbe ist aber nicht gerade abgeschnitten, sondern ∽-förmig, um die bei m zu erkennende plötzliche Verstärkung auf möglichst einfache Weise vorzubilden. Die zu schaffende Form ist durch Abb. 721f gegeben. Man erkennt leicht (d), daß es nicht gut angehen würde, das Stück a unmittelbar in das Gesenk c zu schlagen, weil das Material nicht richtig verteilt sein würde; dasselbe würde nicht in die dortige Biegung hineingelangen können. Das vorbiegen geschieht kalt oder warm auf dem Amboß, mit Hilfe eines geeigneten, nach b gearbeiteten Gesenkes, als auch unter dem Fallwerk, welches dann mit denselben Gesenkstücken versehen sein muß. Nun erfolgt das eigentliche schlagen, zwischen dem Unter- und Obergesenk c und c, nachdem das Stück gut warm gemacht worden ist. Letzteres kann in einem beliebigen Schmiedefeuer geschehen. In Solingen hat man vielfach hierfür besonders eingerichtete Öfen. Diese haben die Eigentümlichkeit, für mehrere Stunden — zwischen zwei Arbeitspausen — gefüllt zu werden und während der eigentlichen Arbeitszeit keiner Nachfüllung zu bedürfen. Das Brennmaterial ist Koks, welcher auf den Rost gebracht und bis zur Arbeitsstelle angefüllt wird. Unter dem Rost befindet sich ein Windkasten, in welchen das Rohr von einem kräftigen Gebläse mündet. Der Rost besteht aus einfach eingeschobenen Vierkant- oder Rundstäben, welche vorn, um keine Luft herauszulassen, verschmiert werden. Zwei quer durchgeschobene Eisenstangen dienen zur Aufnahme der Wärmstücke. Das Feuer umspült dieselben und zieht nach vorn, den ganzen Raum mit einer sehr gleichmäßigen Glut füllend, die durch die Stärke des Windes, der durch einen Schieber reguliert wird, bestimmt ist. Je nach der Größe des Ofens und der beabsichtigten Ausnutzung wird das Feuer direkt in den Kamin oder in ein Abzugsrohr geführt oder noch einmal zurück und dann erst abgeleitet, in welchem Fall die Decke wärmer gehalten und dadurch eventuell eine bessere Glut erzeugt wird, eine bessere Ausnutzung erzielt werden kann.

720. Gartenschere.

721. Herstellung der Gartenschere.

Da das schlagen viel schneller vor sich geht, als das wärmen, so muß der Schmied mehrere Stücke gleichzeitig in dem Ofen haben, von denen das eine bereits gut glühend, während das letzte noch schwarz ist.

Ersteres wird dann auf das Untergesenk gelegt, worauf der Hammer niedersaust und im Nu die Umformung bewirkt; wir erhalten ein Stück (Abb. 721e), welches die gewünschte Form hat, aber noch mit einem Rande von dünn gequetschtem Material, dem Grat, umgeben ist; denn es würde einer unverhältnismäßig mühseligen Vorarbeit bedürfen, das zu schlagende Rohstück so genau vorzuarbeiten, daß es überall gerade die Form füllt. Zu wenig Material würde das Gesenk nicht ausfüllen, was ängstlich vermieden

werden muß, und zu viel Material muß herausgequetscht werden, wobei es eben diesen Grat gibt.

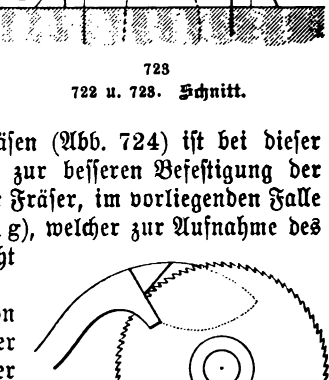
Ofen und Fallwerk sind in der Abb. 680 (S. 265) dargestellt, wie sie in der Werkstatt einander zugesellt sind. Der Schmied steht, mit jedesmaliger kurzer Wendung, vor beiden und hat nur die gut gewärmten Stücke unter den Hammer zu bringen, den sein Gehilfe in Thätigkeit versetzt. Die Einrichtung dieser Hämmer ist unter dem Kapitel „Hämmer“ eingehend beschrieben. Hat der Hammer seinen Schlag — bei größeren Stücken folgen deren mehrere nacheinander — vollführt, so geht der Gehilfe an den Ofen, um ein neues Stück nachzulegen und die anderen zu ordnen, falls diese Arbeit nicht auch von dem Schmied übernommen worden ist.

722

723

722 u. 723. Schnitt.

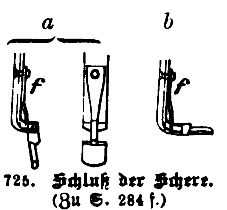
Um den Grat zu entfernen, wird das Stück unter den Schnitt gegeben. Derselbe besteht (Abb. 722 u. 723) aus dem Schnitt und dem Stempel, welche beide genau zu einander passen und ebenso genau der Form des abzugratenden Stückes entsprechen. So entsteht das Schlagstück f, welches nunmehr zur weiteren Bearbeitung in die Schlosserei gelangt. Diese ist in diesem Fall recht einfach und besteht in der letzten Ausgleichung der Gratstellen, dem befeilen der Schenkel u. s. w., sowie in der Bearbeitung der Lagerfläche zur Aufnahme des Messers, also im guten ebenen und bohren desselben. Da im vorliegenden Falle beide Scherenschenkel einander gleich sind, so genügt ein Gesenk für beide Stücke. Auch das ausfräsen (Abb. 724) ist bei dieser Schere für beide Schenkel gleich; dieser Ausschnitt dient zur besseren Befestigung der sonst nur mit einem Niet versehenen Messer. Ein ähnlicher Fräser, im vorliegenden Falle derselbe, dient zur Herstellung des Einschnittes b (Abb. 721 g), welcher zur Aufnahme des Schlußstückes zum zusammenhalten der Schere angebracht werden muß, wie in Abb. 725 besonders dargestellt ist.



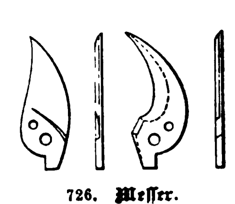
724. Ausfräsen.

Es folgt nun das bohren der verschiedenen Löcher, von denen zuweilen noch eins, das Bolzenloch je eines der Schenkel, vierkant nachgelocht wird; und endlich, je nach der Qualität der Ware, das mehr oder weniger sorgfältige putzen, polieren und vernickeln. Vielfach werden die Schenkel statt dessen geschwärzt und zu diesem Behufe noch schwarzwarm in eine aus Seifenwasser, etwas Öl und Ruß bestehende Flüssigkeit getaucht.

Die Messer (Abb. 726) werden aus Stahlblech hergestellt. Ihre Formgebung geschieht zunächst durch den Schnitt, genau in der Weise, wie in dem Kapitel „Schlittschuh“ eingehend erläutert und in Abb. 723 angegeben ist. Nach dem Schnitt werden die Messer geschlagen, wenn ihre Form sehr von der ebenen abweicht, wie in dem vorliegenden Fall, oder auch nur durch schleifen angeschärft. Hierauf werden sie gehärtet und dann endgültig geschliffen und event. gepließt. Behufs des härtens werden die Messer in einem Ofen geglüht und unmittelbar in die Härteflüssigkeit geworfen. Je nach der Natur des Stahles und der der Härteflüssigkeit ist dann noch ein nachlassen erforderlich, welches in verschiedenen Arten in dem Kapitel „Kleineisenindustrie“, unter Härten, angegeben ist.



725. Schluß der Schere. (Zu S. 284 f.)

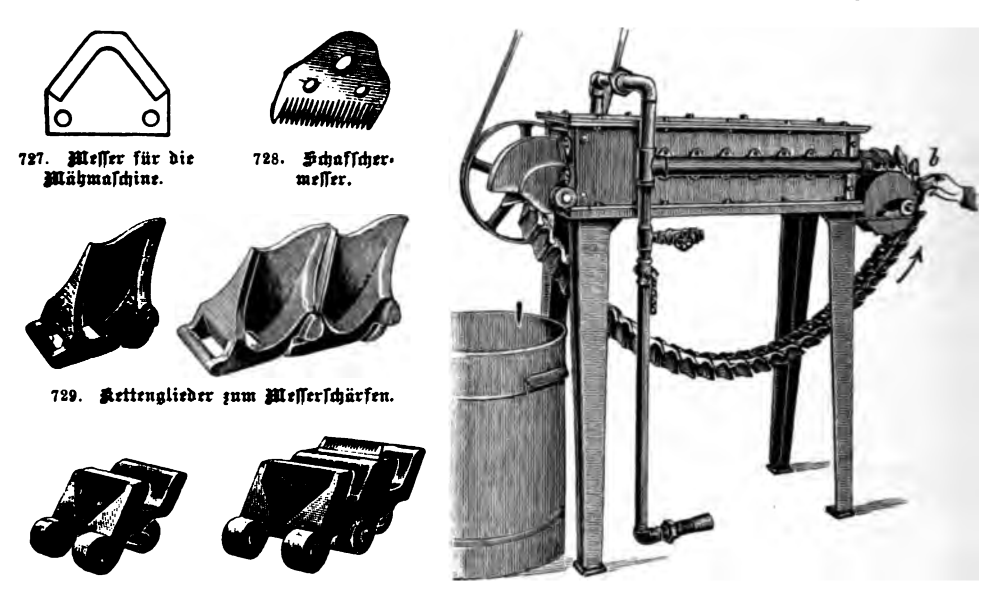


726. Messer.

Zuweilen werden Messer dieser Art auch nur an den Schneiden gehärtet. Man nennt dies die Teilhärtung. Dieselbe findet mit großem Vorteil Verwendung für

Mähmaschinenmesser (Abb. 727) — die Mähmaschine ist eine mechanisch getriebene vielfache Schere — und ähnliche aus Stahlblech gefertigte Ware, welche nur an den arbeitenden Kanten hart sein und im übrigen weich bleiben sollen. Auch die Messer der mechanischen Schafscheren (Abb. 728) gehören hierher. Dieselben werden zwischen eiserne Backen (Abb. 729 u. 730) gespannt und so erwärmt, daß nur die Kanten glühend werden, während die Mitte, durch die Eisenbacken geschützt, schwarz, nach dem ablöschen also weich bleibt. Es kann dies bei der Einzelhärtung leicht durch eine entsprechend geformte eiserne Zange mit starkem Maul erreicht werden.

Die American Gas Furnace Co., New-York, hat nun diesen an sich nicht neuen Vorgang dadurch zu einem kontinuierlichen gestaltet, daß sie eine Kette (Abb. 731) gefertigt hat, deren Glieder je die Backe solcher Zangenmäuler bilden, die sich beim strecken der Kette schließen, während sie bei der gebogenen Kette offen sind. In diesem Zustand können also die zu härtenden Platten bei b (Abb. 731) hineingelegt werden,



727. Messer für die Mähmaschine.

728. Schafscher-messer.

729. Kettenglieder zum Messerschärfen.

730. Kettenglieder für Schafscheren.

731. Kettenhärtemaschine.

worauf sie beim strecken der Kette festgeklemmt, dann durch das Feuer — hier ein Gasfeuer — geführt, beim Beginn der Biegung losgelassen werden und in die Härteflüssigkeit fallen. Da sie nun in der Mitte schwarz geblieben und nur an den Kanten glühend geworden waren, so erscheint der Zweck in einer ebenso sicheren wie schnell arbeitenden Weise erreicht. —

Das Schlußstück (Abb. 725), ein Bestandteil untergeordneter Art, wird ebenfalls durch Gesenkschlägerei, oder auch durch gießen oder tempern hergestellt. Im ersteren Fall wird, wie oben erläutert, ein Stückchen rotwarm gemachtes Eisen in eine genau dem Stück entsprechende Vertiefung geschlagen, während es sich im anderen Fall um das füllen einer Form handelt, deren Herstellung in dem Kapitel „Eisengießerei" besprochen ist. Bei guter Ware wird die Zunge dieses Schlußstückes noch besonders nachgefräst, während auch, wenn das schlagen oder gießen sauber ausgeführt worden ist, einige Feilstriche diesen Zweck erfüllen können.

Das Schlußstück soll nur zwei Stellungen einnehmen, wie in der Abb. 725a und b angegeben, und in diesen Stellungen einigermaßen festgehalten werden. Es wird hier eine Anordnung angewendet, welche häufiger bei den Maschinen und Werkzeugen gefunden wird und die wir Doppelfederklemmung nennen wollen. Hierzu dient eine Feder f, welche an das Ende des Schenkels angeschraubt wird und einfach durch den Schnitt aus

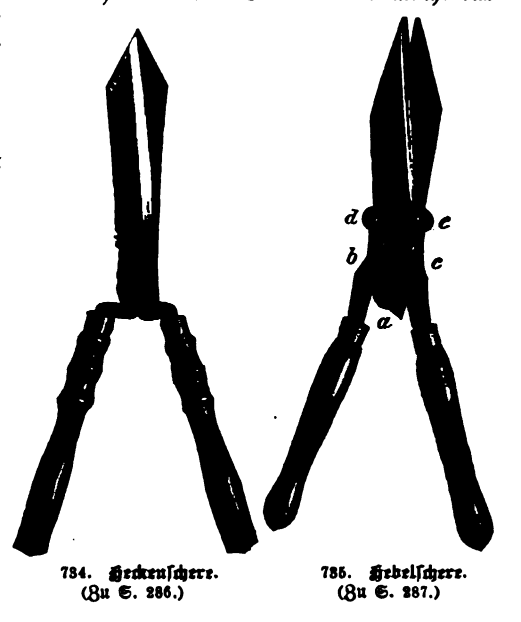
Stahlblech hergestellt und gehärtet ist. Ist nun das Schlußstück am Ende schön winkelrecht und glatt bearbeitet und dreht es sich leicht um den Stift, so wird die Feder imstande sein, ihn nicht nur in dieser Lage zu erhalten, sondern ihn auch nach einer nicht zu großen Ablenkung in diese Lage zurückzuschnellen, namentlich wenn auch die Ecken leicht und glatt abgerundet sind. Dies würde die einfache Federklemmung sein. Dreht man nun, wie in der zweiten Abbildung, 725b, angegeben ist, über 45° hinaus, so wird die Feder die Wirkung haben, das Schlußstück in die zweite Lage zu schnellen, und bestrebt sein, dasselbe nun in dieser Lage zu erhalten; das — also wenn zwei ebene Flächen der Feder dargeboten werden — ist dann die Doppelfederklemmung, bei welcher von derselben Feder zwei Stellungen festgehalten werden können. Es ist nichts im Wege, noch mehr Flächen vorzubereiten, so daß das betreffende Stück in 3, 4 u. s. w. Stellungen gesteift werden kann.

732. Bolzen.

733. Feder. (Zu S. 286.)

Zum zusammenhalten der Schenkel der Schere dient ein Bolzen. Derselbe ist am fertigen Stück (Abb. 720) leicht zu finden und in der Abb. 733 noch besonders gezeichnet. Auch dieses Stück kommt als wichtiges, wenn auch unscheinbares Organ an vielen Werkzeugen vor und wird vielfach falsch behandelt. — Zunächst ist es eine ganz gewöhnliche Schraube, welche die beiden Schenkel mit Hilfe einer Mutter zusammenhält. Würde nun die Schraube in beiden Schenkeln lose sein, so würde — und das kommt bekanntlich bei geringer Ware oft genug vor — die Mutter sich leicht losdrehen und die Schere ihren Dienst versagen. Deswegen versieht man die Schraube (Abb. 732 a) mit einem Vierkant und macht das Loch im Gegenschenkel eckig. Alsdann sitzt die Schraube fest in diesem Schenkel, der zwischen dem Rundstück des Bolzens und der Mutter unverrückbar eingezwängt ist, und der andere Schenkel bewegt sich bei richtiger Bemessung jenes Rundstückes sanft und sicher zwischen Bolzenkopf und Gegenstück. Da die Mutter angezogen und keinerlei Drehung ausgesetzt ist, so ist auch eine weitere Muttersicherung kaum nötig.

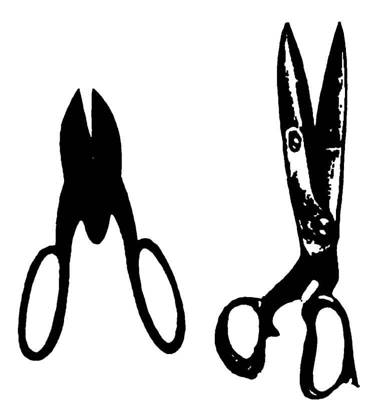
Nach einer anderen Anordnung versieht man den Bolzen mit längerem Gewinde, schraubt ihn in das Gegenstück ein und macht die Mutter auf diese Weise zu einer Gegenmutter. Hier muß die Länge des Gewindes am Bolzen sehr genau bemessen werden, da sonst leicht ein zu lockerer oder ein zu schwerer Gang entstehen würde. Man gibt daher bei guter Ware dem Bolzen, wie in Abb. 732 b gezeichnet, einen Ansatz, oder man schiebt ein Rohrstück über, welche beide, genau bemessen, ein zu scharfes anziehen verhindern. Will man einen recht sanften Gang haben, dann legt man eine etwas durchgepreßte Stahlscheibe unter, welche eine wohlthätige Federung besitzt. Auch findet man wohl Messingscheiben, welche ebenfalls einen sanften Gang, wenn auch nur durch Verminderung der Reibung, geben und ein anrosten verhindern.



734. Heckenschere. (Zu S. 286.)

735. Hebelschere. (Zu S. 287.)

Nun fehlt noch ein bei dieser Scherengattung notwendiges Organ, die Feder, welche dafür zu sorgen hat, daß die vom Schlußstück befreite Schere stets offen bleiben will und so bei der Handhabung nur des Schlußdruckes der Hand bedarf. Früher hatte man, und es ist noch vielfach bei derartigen Instrumenten zu finden, eine gewöhnliche, schlanke Blattfeder, welche an den einen Schenkel angenietet war und sich lose gegen den anderen lehnte. Diese Feder ist indessen manchmal bei der Handhabung lästig und wird heute vielfach durch eine hochkant gewundene Spiralfeder ersetzt, wie sie in Abb. 733 a—c dargestellt und zuletzt (c) in zusammengedrücktem Zustande gezeichnet ist. Die Herstellung dieser Feder ist recht interessant. Zunächst wird unter der Presse aus blankem Stahlblech eine Figur 733a ausgeschnitten, der man es nur schwer ansieht, wozu das Stück dienen soll. Dieselbe wird dann mit den Gabelenden p und q in hierfür vorbereitete Schlitze eines Kurbelstiftes (Abb. 733 b) gesteckt, der in die Lagerstellen eines Stockes gelegt und dort durch eine kräftige breite Feder angedrückt wird. Nun wird das Stahlblatt einfach durch drehen der Kurbel aufgewunden, wobei die breite Feder für dichten Schluß sorgt und sich der Dickenzunahme der Spiralfeder entsprechend zurückbegibt. Die so hergestellten Federn werden nunmehr behufs des Härtens auf rechenartige Vorrichtungen, immer zu zweien auf eine Zinke, gesteckt, in einem Ofen passender Art geglüht und in Fett geworfen, wodurch sie die erforderliche Elastizität erhalten. Darauf kommen sie in eine Trommel mit Sägemehl, in welcher sie längere Zeit verweilen und durch das unaufhörliche aneinanderreiben wieder blank werden. Hierauf werden sie in eine andere Trommel gethan, in welcher sie über Feuer gedreht werden. Durch die hierbei stattfindende Oxydation entsteht eine feine schützende Schicht, welche den Federn gleichzeitig die beliebte Anlauffarbe erteilt.



736. Blechschere mit Hebel. 737. Schneiderschere.

Zur Aufnahme der Feder sind die beiden Schenkel der Schere mit Stiften versehen, auf welche sie vor dem zusammenstellen der Schenkel gesteckt werden.

Die in der Abb. 719 angegebenen Scheren sind sämtlich mit angeschmiedeten Griffen versehen. Doch hat man auch vielfach Scheren mit Holzgriffen. Namentlich sind es die im Freien verwendeten Heckenscheren (Abb. 734), welche, schon der Leichtigkeit, aber auch der Annehmlichkeit halber, mit Holzgriffen versehen werden. Von diesen Scheren hat die letztgenannte eine Eigentümlichkeit, welche uns zu einer ganzen Gruppe Scheren neuester Art überführt. Es sind dies die Gelenkscheren. Hier liegen drei getrennte Ziele vor: Verstärkung der

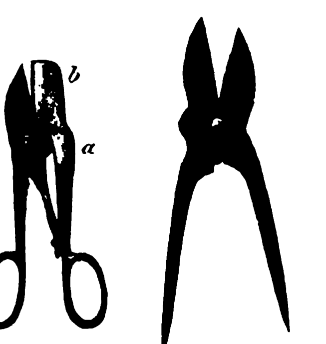


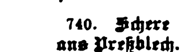
738. Schneiderschere von Henckels.

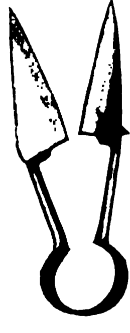
Schneidekraft durch Einschaltung eines **Hebels**, durch Herstellung einer **ziehenden Bewegung**, oder endlich durch **Festhaltung** des Schneidewinkels.

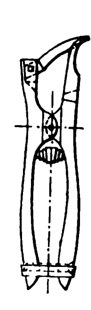
Die Heckenschere (Abb. 735) ist eine Hebelschere und gehört so zur ersten Gruppe. Die beiden Klingen sind für sich gefertigt und drehen sich um den Punkt bei a. Die an den Klingen befindlichen Zäpfchen b und c geben die Drehpunkte für die Griffschenkel ab, welche für sich wieder mit Hilfe der Querschienen d — die andere liegt unten — auf die Klingen wirken. Es liegt hier also weder eine ziehende Bewegung vor, noch ein konstanter Schneidewinkel. Der letztere ist, wie bei allen gewöhnlichen Scheren, im geschlossenen Zustande derselben am kleinsten und vergrößert sich beim öffnen. — Nach demselben Prinzip ist auch die Blechschere (Abb. 736) gebaut.

Der ziehende Schnitt ist u. a. bei der Schneiderschere von Henckels (Abb. 737) zu finden. Hier besitzt der eine Schenkel in der Nähe des Gelenkes und auf der Innenseite, also dem Auge verborgen, eine schräge Führung, in welcher ein Stein gleitet, der durch einen Zapfen mit dem anderen Schenkel verbunden ist. Dieser Stein — eine stählernes Gleitstück — zwingt seinen Schenkel beim öffnen, die durch die Führung des anderen Schenkels vorgeschriebene Bewegung mitzumachen, so daß die Schneiden sich nicht nur, wie üblich, gegeneinander bewegen, sondern sich außerdem noch etwas aneinander verschieben. — Wenn die Hausfrau den Braten schneidet, drückt sie das Messer nicht nur senkrecht gegen das Fleisch, sondern zieht es auch durch, wobei die außerordentlich — mikroskopisch — feinen Scharten sägenartig wirken, wie wir es oben bei den Klingen aus Damaststahl und aus Raffinierstahl besprochen haben.









739. Hübnerschere. 740. Schere aus Preßblech. 741. Schere mit Federgriff. 742. Blumenschere.

Abb. 738 zeigt eine Schneiderschere eines anderen Systems (Henckels) und a—d die wesentlichsten Teile derselben. a ist der eine Schenkel, welcher wie gewöhnlich geformt ist und sich nur durch die schräge Führung unterscheidet, welche sich unterhalb des Bolzenloches befindet. Der andere Schenkel ist aus den beiden Teilen b und c zusammen gesetzt, welche sich leicht zu einander verschieben lassen, wobei das in der Klinge erkennbare ovale Loch frei über dem genannten Bolzen spielt. Unten an der Klinge c befindet sich ein Stift m, welcher zu der schrägen Führung des Schenkels a paßt. Wird nun der Schenkel b, durch den Bolzen mit dem Schenkel a vereinigt, gedreht, so kann das nur geschehen, wenn sich die Klinge c um die Schrägung der Führung verschiebt. Es gibt also einen ziehenden Schnitt, welcher durch diese Einrichtung angestrebt wird. Das Scharnier wird durch eine Platte d verdeckt, welche mit einem Schlitz um den entsprechend eingedrehten Bolzen greift und mit dem anderen Ende vermittelst eines Schräubchens an dem Schenkel a befestigt ist. Durch nachziehen derselben werden die beiden Schenkel unten auseinandergepreßt, wodurch sich die Klingen dichter aneinander legen und so in ihrem Schnitt reguliert werden können.

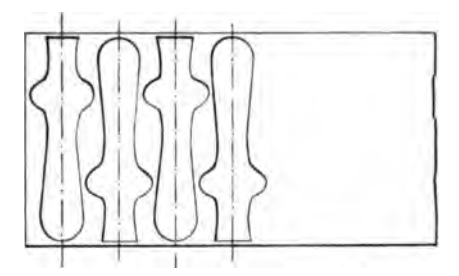
Die **Konstanz des Schneidewinkels** ist besonders bei den Blechscheren wünschenswert und bei der Hübnerschen*) Schere (Abb. 739) ausgeführt. — Bei den Blechscheren ist oft ein großer Widerstand zu überwinden, zu dem die geringe Reibung zwischen der Klinge und dem Schneidematerial störend tritt. Das erstere ruft das Bestreben hervor,

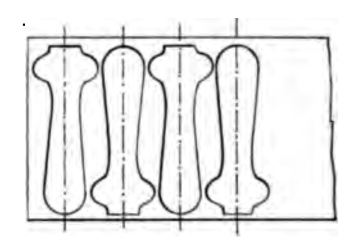
---

*) Werkmeister an der Kgl. Fachschule für die Bergische Stahlwaren- und Kleineisenindustrie zu Remscheid.

die Hebelwirkung der Klinge möglichst kräftig zu gestalten, also recht nahe an den Drehpunkt heranzugehen; hier aber ist der Winkel der Schneiden gegeneinander so groß, daß letztere ausgleiten, das Schneidestück zurückschieben und so die Absicht vereiteln, große Hebelkraft anzuwenden.

Die Hübnersche Schere zeigt dies nicht. Die Schneiden stehen in jeder Lage nahezu in demselben Winkel zu einander, der besonders abgepaßt worden ist. Hiermit ist zugleich ziemlich angenähert das Problem gelöst, die Schneidekraft unabhängig von der Schneidestelle zu machen: man schneidet das Blech ebenso leicht mit der Spitze, wie mit dem Grunde des Scherenmaules.

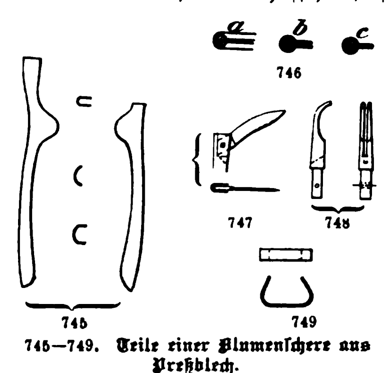




743 u. 744. Schnittbleche.

Abb. 739 zeigt die Anordnung: Dem Schenkel der linken Seite fehlt der Griff, welcher der für den anderen Schenkel gesonderten Klinge a zuerteilt ist. An diesem beweglich befestigt befindet sich das Ende der anderen Klinge b, welche oben mit dem Schenkel des linken Griffes verbunden ist.

Die Abb. 740 u. 741 zeigen noch andere Sonderheiten. Die erstere ist unter Beibehaltung der sonst üblichen Form ganz aus Stahlblech — Preßblech — hergestellt, und bei der anderen, der Schafschere, ist das Gelenk durch eine Feder ersetzt.

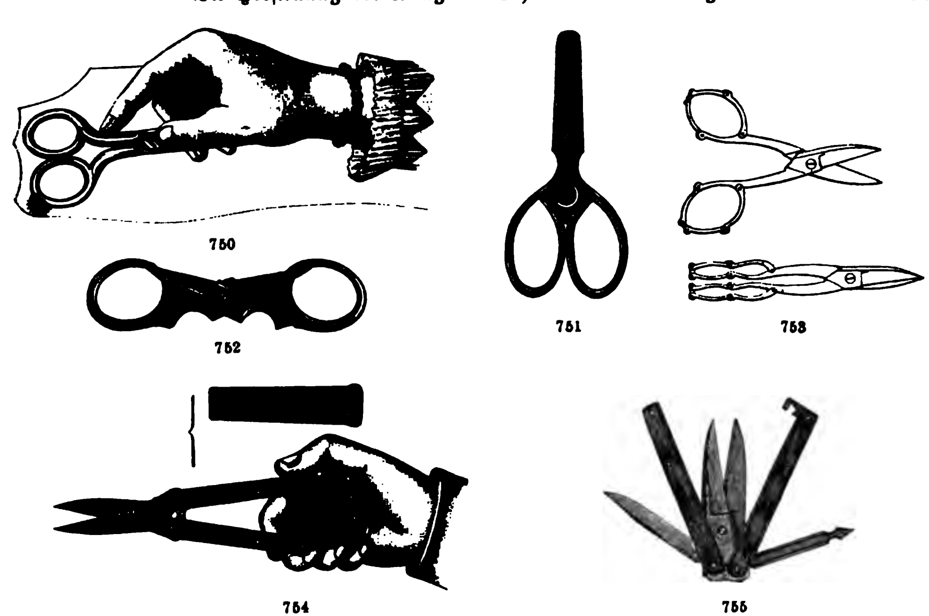


745—749. Teile einer Blumenschere aus Preßblech.

An diese einfache Schere aus Preßblech mag sich eine wesentlich kompliziertere schließen, eine Blumenschere (Abb. 742), ebenfalls aus Preßblech hergestellt. — Das hierzu erforderliche Blech wird zunächst aus entsprechend breiten Streifen für die beiden verschiedenen Schenkel geschnitten (Abb. 743 und 744), dann vorgepreßt und endlich (Abb. 745) fertiggepreßt. Hierauf wird der längere Schenkel (Abb. 746 a—c) mit einem besonders gepreßten und mit dem für die Klinge erforderlichen Schlitz versehenen Einsatz (Abb. 747) versehen, während der andere Schenkel zur Aufnahme der Gegengabel (Abb. 748) vorbereitet wird. Ein paar Stifte dienen zur Befestigung der uns bereits bekannten Feder, ein in das Ende des einen Schenkels eingesetzter stärkerer — in Abb. 742 unter dem Schließbügel, z. T. punktiert gezeichnet — als Anschlag und endlich ein Niet zur Verbindung beider Schenkel. Ein einfacher Bügel (Abb. 749), zum abstreifen eingerichtet, sorgt für den Schluß beim Nichtgebrauch. Das Ganze (Abb. 742) ist eine leichte und sehr billige Schere zum Blumenschneiden.

Über diese Methode der Herstellung von Körpern, welche man sonst massiv herzustellen gewohnt gewesen ist, findet der Leser ausführlicheres unter dem Kapitel Kleineisenindustrie, Preßblech. Die hier dargestellte Art der Anfertigung gilt bei den Scheren indessen nur als Ausnahme. Die Regel ist die Herstellung aus dem massiven Material.

Wie bei dem Taschenmesser geschildert, hat man sich auch auf dem Gebiete der Scheren bemüht, der üblichen Form noch Vielseitigkeit und Zweckmäßigkeit nebst Schönheit hinzuzufügen. Abb. 750 zeigt eine Schere zum vorzeichnen von Mustern, Abb. 751 eine



750 bis 755. Verschiedene Formen der Schere.

750. Schere zum vorzeichnen von Mustern. 751. Taschen- und Zigarrenschere. 752. Taschenschere. 753. Taschenschere mit Gelenkeinrichtung. 754. Taschenschere nach Art der Taschenmesser. 755. Taschenschere mit Messer und Nagelputzer.

Taschen- und Zigarrenschere, Abb. 752 eine Taschenschere und Abb. 753 eine solche mit Gelenkeinrichtung. Abb. 754 zeigt eine Taschenschere nach Art des Taschenmessers (Abb. 703), und endlich Abb. 755 eine solche mit Messer und Nagelputzer.

Die großen Klingen.

Die Herstellung der groben Klingen führt uns zunächst wieder aus Solingen heraus nach dem westfälischen Gebiet der Schmiede, dahin, „wo der Märker Eisen reckt", in die Enneper Straße, Gevelsberg und Milspe*), und geschichtlich wieder zurück in das Mittelalter. Es handelt sich hier zunächst um ein nur wenig gekanntes Werkzeug, den Sackhauer, wenig gekannt unter diesem Namen und doch in außerordentlich mannigfacher Form verwendet in den ausländischen Kolonien sowie namentlich in Amerika. Der Sackhauer bildet einen Hauptexportartikel der rheinisch-westfälischen Industrie.

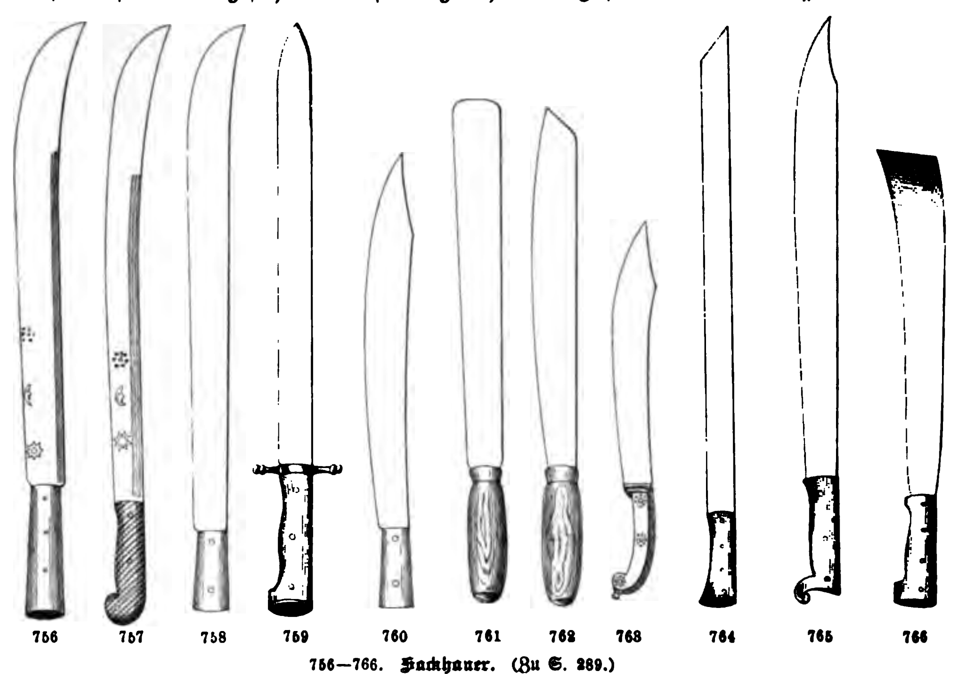
Der ordinäre Sackhauer (Abb. 756) ist eine kräftige, etwas gekrümmte Klinge mit einem aus hölzernen Schalen gebildeten Heft, das (Abb. 757) auch in Horn gefertigt ist. Er dient**) in den spanischen und portugiesischen Ländern Südamerikas und Afrikas als Messer im Hause und im Walde, als Beil zu landwirtschaftlichen und selbst Erdarbeiten und zu allen möglichen anderen Zwecken, für die wir unsere Spezialgeräte, vom Taschenmesser bis zum Seitengewehr des Pioniers zu verwenden gewohnt sind. Andere, zum Teil feinere Formen sind in den Abb. 758—766 dargestellt. Sie sind oft mit Lederscheiden versehen und werden am Gürtel getragen, dienen in erster Linie vielfach als Waffe, zum bahnen eines Weges durch das Gestrüpp des Urwaldes und ähnlichen vielfältigen Verwendungen. Endlich finden wir den Sackhauer auch spezialisiert

*) Andere Fabrikationsorte sind Werdohl, Sophienhammer bei Neheim-Hüsten, Kalk bei Köln und Schlebusch.

**) Nach den mir von der Firma Luckhaus & Günther in Remscheid, der Hauptexportfirma für diese Länder, freundlichst gemachten Mitteilungen.

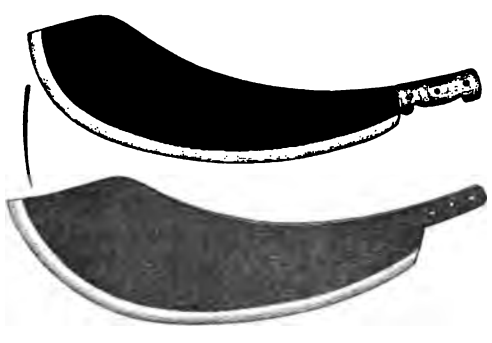
als Zuckerhaumesser (Abb. 767 u. 768) zum abhauen des Rohres in den Zuckerplantagen, wo es wiederum die mannigfachsten Formen erhalten hat (Abb. 770—775). Das ist der „Sackhauer“.

Aber woher der Name? — Nachfragen in dieser Richtung führten zu keinem Ziel. Nach den soeben vorgeführten Darstellungen hat das Instrument mit dem „Sack“ nichts



756—766. Sackhauer. (Zu S. 289.)

zu thun, und wir müssen nach anderen Stämmen suchen. Einen solchen haben wir aber bereits oben gefunden in dem Worte „Sachs“. Bei Betrachtung der Entwickelung des Messers (Seite 261) kamen wir auf den „Scramasachs“*) und den „Messisax“, Instrumente, welche genau die Form und die Vielseitigkeit in der Verwendung aufwiesen, wie wir soeben bei dem „Sackhauer“ gefunden haben. Fügen wir hinzu, daß die Sachsen ihren Namen von der Lieblingswaffe ihres Führers Wittekind — in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts — dem „Sahs“ erhalten haben, so erscheint die Beziehung der Worte: „Sahs“, einer uralten germanischen Waffe, „Sax“ in den Waffen und Werkzeugen Scramasax und Messisax sowie in den überaus ähnlichen modernen Kolonialwerkzeugen: Sachsenhauer, „Sackhauer“ durchaus wahrscheinlich, und wir finden so eine hochinteressante Verknüpfung des modernsten Kulturwerkzeuges mit dem uralten Universalinstrument durch Form und Namen.



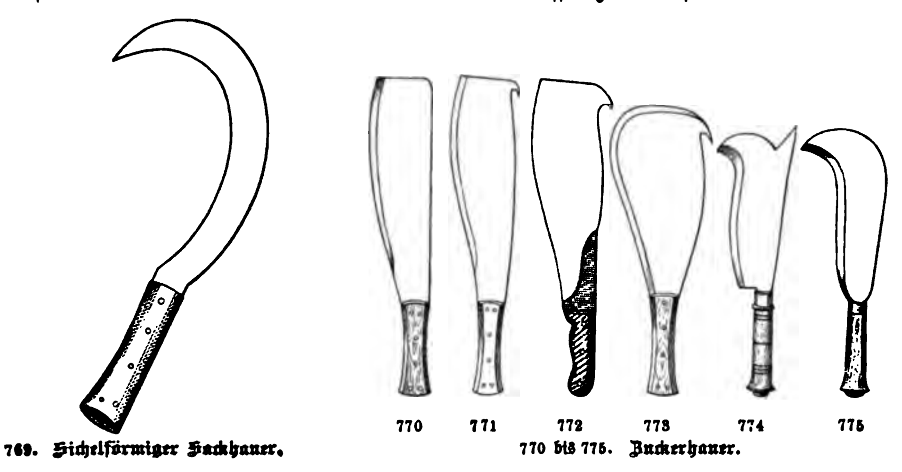
767 u. 768. Zuckerhauer.

Die Herstellung des Sackhauers gibt zu besonderen Betrachtungen keine Veranlassung. Ursprünglich grobe Schmiedearbeit der alten Schmiedewerkstätte, aus wechselndem Material, bei vorgeschrittener Materialgewinnung verstählt, wie in der Abb. 676 gezeigt, dann, der

*) „Messisax“ ist Gebrauchs-, „Scramasachs“ Kriegswerkzeug. Der Gedanke liegt nahe, die Silbe Scram zusammenzubringen mit „massakrieren“. Messisax führt bekanntlich zum „Messer“.

modernen Technologie entsprechend, ganz aus Stahl geschmiedet, finden wir auch in den Abb. 770—775 die letzte Stufe vertreten, die Herstellung aus Stahlblech unter Nachrecken oder gar erschleifen der Schneide.

Die gebogene Form (Abb. 769) des Sackhauers führt zur uralten Sichel zurück, und diese wieder bildet das vermittelnde Glied vom Messer zur Sense.



769. Sichelförmiger Sackhauer. 770 bis 775. Zuckerhauer.

Auch die Sense (Abb. 778—783) gehört zu jenen Instrumenten, deren eigentlicher Zweck zuweilen entartet ist. Wie der Bruder derselben, der Sackhauer, die friedlichste Verwendung mit dem Gebrauch als Todeswaffe verknüpft, erinnert die Sense als mähendes Werkzeug des „Sensenmannes" nicht nur an den Tod, sondern hat bekanntlich auch den Bauern vielfach als Todeswaffe gedient, aufrecht befestigt am Stiel, vom friedlichen Erntegebrauch jäh überspringend zu einer schrecklichen Hieb- und Stichwaffe.

Der Sitz der rheinischen Senseninduſtrie war früher Cronenberg und bis etwa 1770 der durch die Riesenbrücke (Kaiser Wilhelm-Brücke) neuerdings so bekannt gewordene Ort Müngsten, zwischen Remscheid und Solingen, wo Halbach an der Spitze stand und eine größere Zahl von Hämmern beschäftigte. Sein einst herrschaftlich eingerichtetes Wohnhaus dient jetzt einer viel besuchten Gastwirtschaft und ebenso der schöne zu Füßen derselben liegende parkähnliche Garten*). Aus nicht recht aufgeklärten Gründen konnte sich die Fabrikation indessen dort nicht halten und verzog sich nach dem Ennepethal.

Die in der Abb. 786 dargestellte Herstellungsreihe ist von dem letzten im Müngstener Thal thätigen und inzwischen verstorbenen Sensenschmied Sachsenhammer, einem Tiroler Kind, gefertigt, dessen Name sicher der uralten Bezeichnung seines Fabrikates entstammt; und der letzte, vor kurzem mit 91 Jahren gestorbene Sensenschmied des in Rede stehenden Gebietes hieß, ebenfalls seinem Gewerbe entsprechend, Klipperpeter. (Klippern ist das vorletzte kalte behämmern der fertigen Sense; vergl. Abb. 786[15].)

776 u. 777. Sicheln.

Über die Cronenberger Sensen berichtet Friedrich Heinrich Jacobi im Jahre 1773/74**): „Es verdient besonders angemerkt zu werden, daß man seit einiger Zeit zu Remscheid angefangen, die Steiermärker gebläute Sensen nachzuahmen,

*) Dieses Haus trug früher eine schöne bronzene Glocke mit der Jahreszahl 1787, welche der letzte Besitzer, Georg Halbach, der Königlichen Fachschule für die Stahlwaren- und Kleineiseninduſtrie des Bergischen Landes schenkte, wo sie heute alltäglich die technische Jugend zusammenruft.

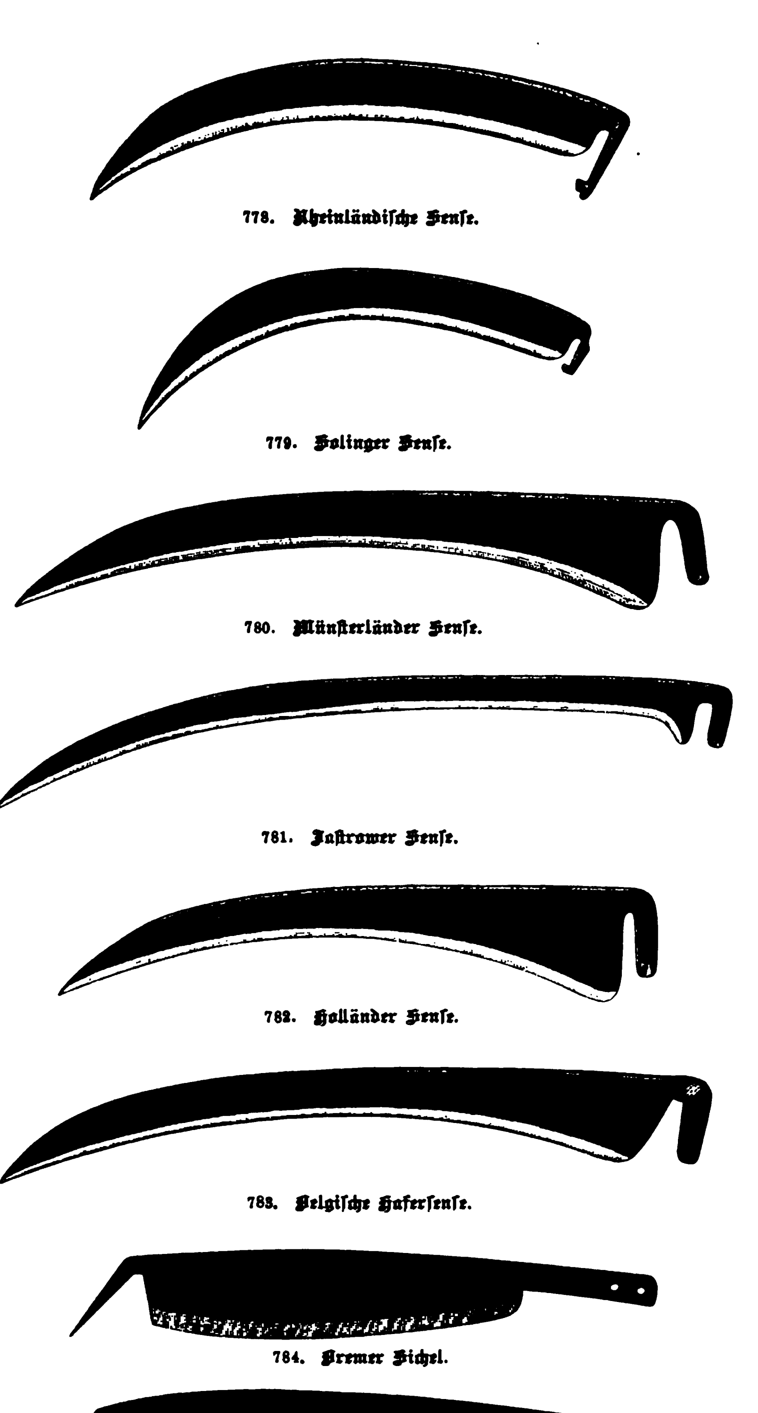
**) Bernhard Schinnerhöfer, „Geschichte des Bergischen Landes." S. 358.

und der gleichen nunmehro in verschiedenen Hämmern mit dem glücklichsten Erfolg fabricirt. Vorhin hatten die Cronenberger das exclusive Privilegium, überhaupt Sensen zu fabriciren, und wollten schlechterdings daran nichts nachgeben. Diese Hartnäckigkeit ist Schuld gewesen, daß eine beträchtliche Anzahl Hämmer im Märkischen*) errichtet worden sind. Endlich ist diese Sache durch weise und heilsame Veranstaltungen Ihro Churfürstl. Durchl. Statthaltern Tit. Grafen von Goltstein dahin eingelenkt worden, daß den Remscheidern verstattet wurde, ihren Versuch anzutreten, und wahrscheinlicher Weise wird der Artikel der Steiermärker Sensen bald der wichtigste und einträglichste des ganzen Bergischen Eisen Commerzii werden."

Die Abb. 778—785 geben einige der sehr vielen Formen der Vorläufer und Begleiter der Sensen, der Sicheln (s. auch auf Abb. 776 u. 777) und der ihnen in Zweck und Herstellung ähnlichen Strohmesser, und die Abb. 786[1]—[17] die Herstellung der Sense, wie sie sich bis heute in Rheinland-Westfalen, Württemberg, Baden, Bayern und auch Schlesien seit sehr langer Zeit unverändert erhalten hat. Nur das neue Material, der billige und vorzügliche Stahl — früher Raffinier-, jetzt Flußstahl — brachte eine Verschiedenheit in dem entfallen des verstählens hinein. Doch werden auch heute noch auf der Enneperstraße (oberhalb Hagen i. Westf.) verstählte Sensen gefertigt.

Abb. 786[1] zeigt die Grundform —den gewalzten, früher gereckten — Rohstab, aus welchem nach „steierischer Art" die erste Form ausgereckt — gezaint — wird. Dann folgt (Abb. 786[2]) das biegen und ausschlagen der Hemme, jenes angewinkelten Stückes, mit Hilfe dessen die Klinge an den Stab befestigt wird. Um die Lage zu sichern, wird der Hemme noch die Warze w (Abb. 786[3]) angebildet, deren Herstellungsfolge in den Abb. 787a—e angegeben ist: umbiegen, zusammendrücken des angebogenen Stückes, wobei sich dasselbe seitlich faltet, und fertigformen desselben mit Hilfe eines einfachen Gesenkes. Abb. 786[4] zeigt den Beginn der Breitarbeit, Leistung der „ersten Hitze", die durch die folgende, am Grunde aber von der entgegengesetzten Seite her ergänzt wird. In den Abb. 786[6] u. [7] ist die Verschiedenheit dieser beiden Breitungen, in 2 Hitzen, ausgeglichen, die Sense ist „fertig gebreitet". Dann wird sie zur Hälfte „geruckt" (Abb. 786[8]) d. h. es wird in der folgenden Hitze der Rücken bis zur Mitte, von der Spitze her, aufgekantet, und nun folgt die letzte Hitze und das „fertigrucknen" (Abb. 786[9]). Die weiteren Arbeiten werden kalt durchgeführt: Unter einem außerordentlich schnell gehenden Hammer, dem mit ca. 400 minutlichen Schlägen arbeitenden Klipperhammer, wird die Sense nachgereckt und geglättet, worauf die Schneide von Hand unter der Schere gerade beschnitten wird. Dann wird die Hemme „aufgesetzt", aus der Ebene der Klinge herausgerichtet, und „gemarkt" d. h. mit dem Zeichen gestempelt. Diese Operationen, das beschneiden, aufsetzen und marken, werden neuerdings — in Österreich — mit Hilfe besonderer Vorrichtungen, welche die Handarbeit etwas erleichtern, durchgeführt, ohne an dem geschilderten Vorgange etwas zu ändern. Nunmehr folgt das härten — in Öl — und das anlassen, in Sand auf glühender Platte, wodurch die Klinge ihre richtige und eigenartige Härte erhält. Die Sense soll schneidhaltig sein, also nicht leicht stumpf werden, trotz der Kieselhaut des Strohes; dabei muß der Stahl so weich bleiben, daß er das dengeln, das kalte zuhämmern der Schneide, welche Arbeit der Bauer selbst vornimmt, verträgt, ohne brüchig zu werden.— Dem anlassen folgt das harte klippern, welches energische behämmern dem Stahl seine Steifigkeit gibt; dann das schaben. Dies ist Reinigungs- und Verschönerungsarbeit und geschah früher von Hand mit einem messerartigen, kratzenden Instrument. Sie wird jetzt unter der Schmirgelscheibe durchgeführt, welche neuerdings aus Pappe hergestellt wird, wie sonst, mit Leder bezogen und mit Schmirgel beleimt. Endlich folgt das spannen, eine Fortsetzung des harten klipperns. Hierzu dient ein kleiner wieder sehr schnell gehender Hebelhammer, unter dem die Klinge so geführt wird, daß die auf der Abbildung erkennbare doppelt geschlängerte Linie entsteht, deren Regelmäßigkeit und Schönheit die volle Beachtung des Schmiedes erfordert und sich der des Käufers erfreut. — Den Schluß bildet das nachrichten, welches der Schneide die schnur-

*) An der Ennepe und Volme, Nachbarschaft von Hagen i. Westf.



778. Rheinländische Sense.

779. Solinger Sense.

780. Münsterländer Sense.

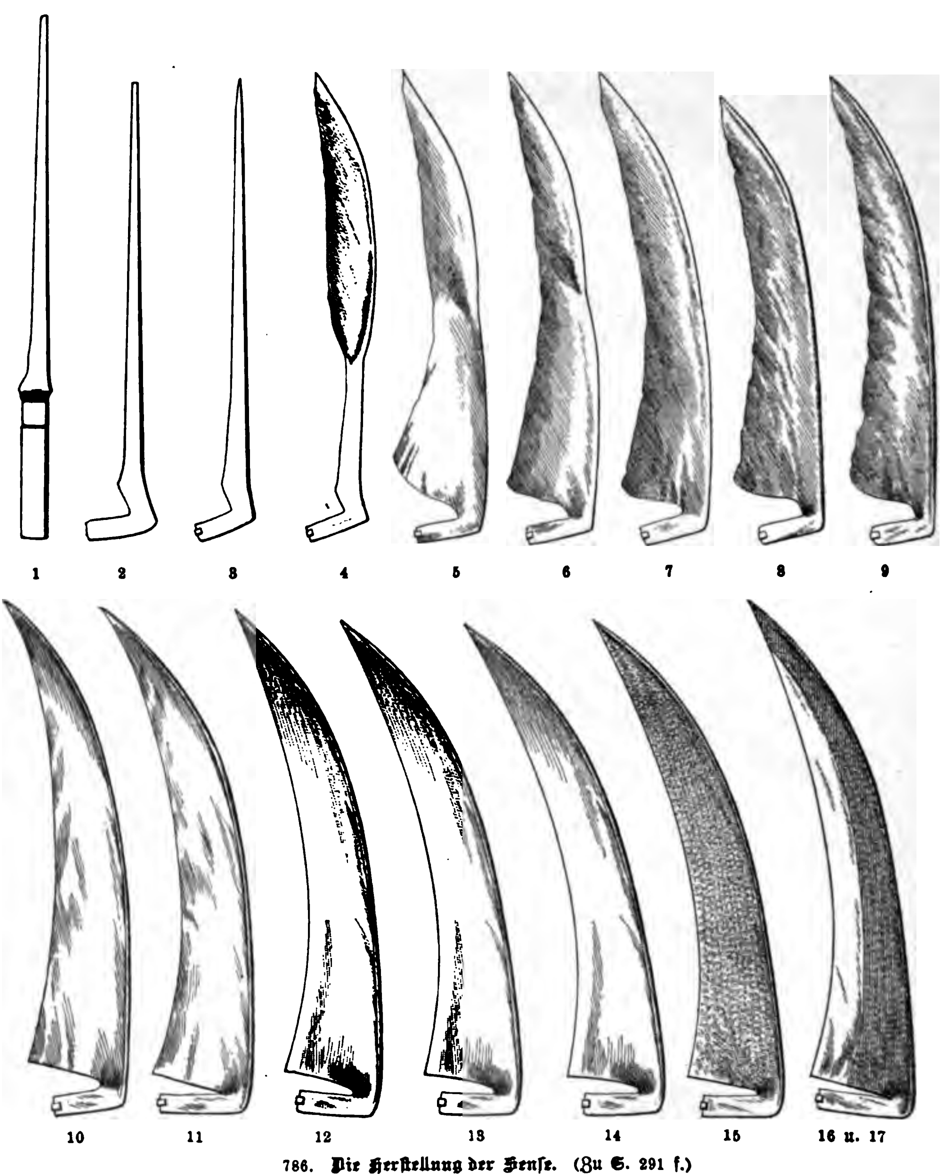
781. Jastrower Sense.

782. Holländer Sense.

783. Belgische Hafersense.

784. Bremer Sichel.

785. Königsberger Sichel.



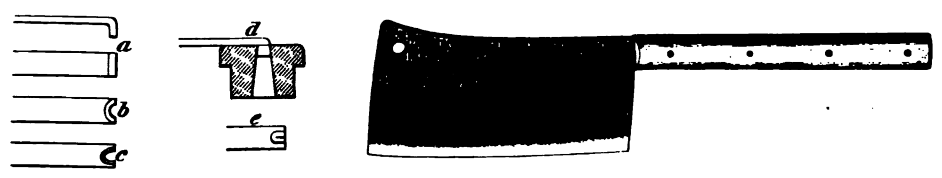
786. Die Herstellung der Sense. (Zu S. 291 f.)

1. Recken aus dem Walzstab (früher Zainen). 2. Biegen und ausschlagen der Hemme. 3. Warze und Spitze. 4. Ausbildung der Warze und breiten der ersten Hitze, von der Innenseite. 5. Umdrehen. Zweite Hitze, Außenseite. 6. Breiten der dritten Hitze, Innenseite. 7. Fertig gebreitet. 8. Zur Hälfte geruckнet. 9. Fertig geruckнet. 10. Glatt geschmiedet, kalt. (Geklippert.) Von Hand beschnitten. 11. Aufsetzen der Hemme, marken (zeichnen). 12. Gehärtet. 13. Abgelassen. 14. Hart geklippert. 15. Geschabt. (Geschmirgelt.) 16. Unter dem Hammer gespannt. 17. Nachrichten, von Hand.

gerade, leicht gebogene Richtung gibt und lediglich nach dem Auge mit großer Geschicklichkeit von Hand durchgeführt wird. — Eine Sense von $^3/_4$ m Länge ist durchweg nicht stärker als 1 mm und wiegt nur 720—750 gr. Das Rohstück (Abb. 786[1]) wiegt 823 gr, so daß sich beim ausschmieden trotz des 10maligen warmmachens ein Gewichtsverlust von nur ca. 12 % ergibt.

Wie bei vielen ähnlichen Instrumenten — die früher nur gebreitete Säge wird heute fast nur aus Stahlblech herausgeschnitten — hat man es auch bei der Sense versucht, die Breitarbeit zu meiden und die Klinge aus Blech zu schneiden, den Rücken anzunieten.

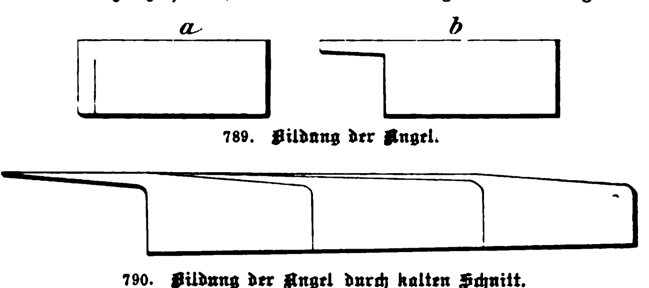
Es ist dies sowohl in Frankreich als auch in Remscheid durchgeführt worden, hat sich aber nicht eingeführt. Solche Sensen werden z. B. nur noch vom Elsaß aus in den Handel gebracht. Das Blatt wird kalt gewalzt, damit der Schnitt nicht verloren geht. Rücken und Hemme werden angenietet. Die Sense wird etwas schwerer, als die nur geschmiedete, und nach diesem Verfahren auch teurer. Wie so oft, ist auch hier die liebe alte Gewohnheit die Hemmerin des Fortschrittes. Es ist ganz zweifellos, daß sich auf dem angegebenen Wege sowohl die bisherige Form, wie die erforderliche Leichtigkeit und Güte erreichen lassen. Aber der Konsument wünscht es noch nicht, und der Fabrikant hat sich nach dem Geschmack des ersteren zu richten.



787. Ausbildung der Warze. 788. Hackbeil.

Wir sehen, die Sense erfordert bei ihrer außerordentlichen Dünnwandigkeit, welche durch die erforderliche Leichtigkeit bedingt wird, eine große Fertigkeit in der Herstellung und schließt sich würdig an ihre elegante Schwester, die Säbelklinge, an. Diese führt uns wieder nach Solingen. Bevor wir jedoch uns diesem beliebtesten Gegenstande zuwenden, müssen wir uns noch kurz mit einem anderen Gegenstand beschäftigen.

Zu den „groben Klingen“ und als Übergang zum letzten Abschnitt „Hack- und Hauwerkzeuge“ gehören nämlich noch die sogenannten Hackbeile, welche ihrer ganzen Form nach nicht zu den eigentlichen Beilen zu zählen sind. Abb. 788 mag die Gattung veranschaulichen. Früher nur Breitarbeit, wird das Hackbeil heute nur kaum anders als aus Blech hergestellt. Abb. 789 zeigt, wie die Angel zunächst durch einen Schnitt zum Teil abgetrennt (a) dann aufgebogen (b) wird, um nachher durch schmieden fertig gestellt zu werden.



789. Bildung der Angel.

790. Bildung der Angel durch kalten Schnitt.

Endlich ersehen wir aus der Abb. 790, wie sogar auch die Schmiedearbeit auf die einfache Spitzenbildung, das feine warme ausspitzen, beschränkt werden kann, indem die Angel gleich in der richtigen Größe und Stellung durch den Schnitt herausgebildet wird.

Die Säbelklinge.

Die blanke Waffe ist die edelste Form der Klinge. Die Herstellung ist ursprünglich Reckarbeit gewesen und ist es für viele Klingen heute noch. Diese Arbeit bietet uns nichts besonderes mehr dar. — Wo Klingen gereckt werden, ist auch der alte Schwanzhammer; und so finden wir denn in der Abb. 682 ein bekanntes Bild, welches ebenso gut irgend eine andere Reckarbeit vorstellen könnte. Aber der Mann muß sehr sorgfältig schmieden, sehr gleichmäßig, und ebenso sorgfältig mit der Klinge im Feuer umgehen. Kaum ein Werkzeug wird seiner ganzen Ausdehnung nach so beansprucht, wie die Klinge, und wenige Werkzeuge sind so empfindlich gegen Fehler in der Fabrikation, wie diese. Eine gute Klinge soll gebogen werden und wieder gerade zurückspringen. Da darf keine Stelle vorhanden sein, welche zu weich oder zu hart ist. Das erstere würde sich durch eine selbst in geringstem Maße ungemein leicht zu erkennende Knickung, das andere durch unbarmherziges brechen kundgeben. Daher ist der Schwertschmied — so heißt der Klingen-

schmied heute noch — von jeher ein geschickter Arbeiter und darum auch von jeher hoch geachtet gewesen.

Aber die Arbeit allein thut es nicht, es muß auch vorzüglicher Stahl gewählt werden. — Der alte Schwertschmied machte sich seinen Stahl selbst und trug so die volle Verantwortung für seine Ware. Heute wird dem Schmied der Stahl geliefert; er ist Lohnarbeiter geworden, und mit der Poesie des Schwertschmiedes ist es längst vorbei. — Das Material war früher häufig eine zwischen zwei Eisenschienen eingeschweißte Stahlschiene, dann Raffinierstahl und ist heute durchgehend Tiegelstahl. Die alten Klingen zeigten also — und die ganz alten, aus Schweißstahl hergestellten erst recht — die eigentümliche Aderung des Schweißeisens, während die neuen Klingen unserer Zeit auch verrostet oder angeätzt ein gleichartiges Aussehen aufweisen. Der Grund ist klar: Der alte Stahl war ein Produkt der Rennarbeit und, wenn man will, des Zufalles*).

Die Bedingungen, unter denen man ein immer gleichartiges Produkt erhalten konnte, kannte der Schmied damals noch nicht. Der Klumpen, Wolf, welchen das Rennfeuer lieferte, war stets ein Gemisch der verschiedensten Kohlungsstufen, und die Kunst, guten Stahl zu erzeugen, war um so schwieriger, als der Zufall bei dem ganzen Vorgang nicht zu bannen war. Je mehr die Stahlnatur des so gewonnenen Materials hervortrat, je härter die Adern, desto besser war die Klinge. Heute ist man über diese Schwierigkeiten hinaus. Lange Jahre hat der Raffinierstahl seine Dienste gethan; er thut sie zum Teil heute noch. Für besondere Zwecke wurde und wird heute noch Damaststahl zusammengesetzt; aber die große Masse kommt, bis auf die feinsten Gattungen, aus dem Tiegel.

Und wie mit dem Material, ist es mit dem Arbeitsverfahren. Der Schmied ist schon vielfach durch den Walzmeister ersetzt, welcher schneller und sicherer seine Arbeit liefert.

Auch das walzen der Klingen ist bei der Besprechung dieses Arbeitsverfahrens (s. Walzen) besprochen worden. Die Klinge wird in den Schlitten eingespannt und beim ersten Stich vorgeformt, unmittelbar nach dem Rückgang wird der Schlitten seitlich verschoben; es folgt der zweite Stich, womit die Formgebung vollendet ist, soweit nicht noch, wie bei vielen Säbeln, ein Krümmen stattfinden muß.

Es folgt nun das härten. Hier kommt wieder eine große Fertigkeit zu Tage. Denn es ist außerordentlich schwer, eine lange Klinge durchweg gleichmäßig warm zu machen. Der Härter hat hier wohl ein Hilfsmittel in dem Langfeuer, einem mit mehreren Düsen versehenen Härtefeuer; auch benutzt er zuweilen eine Art Flammofen. Aber die eigentliche Kunst besteht darin, die Klinge in dem gewöhnlichen, wenn auch etwas breit gehaltenen Feuer durchaus gleichmäßig zu wärmen, was er durch hin- und herziehen unter genauer Beobachtung der einzelnen Stellen schnell und sicher bewerkstelligt. Ist dies erreicht — dann schnell in den Härtebottich, wo wieder höchste Gleichmäßigkeit des eintauchens unter Berücksichtigung der dünneren Spitze beobachtet werden muß. — Dem härten folgt das nachlassen der etwas gescheuerten Klinge, meist bis zum blau, und diesem das schleifen. Wiederum große Übung und die derselben entsprechende Gewandtheit. Ist es schon schwer, eine kurze Messerklinge sauber und gleichmäßig zu schleifen und zu polieren, so erfordert die viel längere Säbelklinge wesentlich mehr Geschicklichkeit. — In der Hauptsache geschieht das schleifen auf den uns bereits bekannten großen, naß gehaltenen Schleifsteinen, und zwar auf dem Rücken quer und auf den Seiten der Länge nach. Um indessen die verschiedenen Hohlkehlen zu bearbeiten, werden kleine Steine mit entsprechender Profilierung verwendet, die dann natürlich in der Längsrichtung arbeiten. Das putzen oder fertig polieren geschieht an der ganzen Klinge in der Längsrichtung, bis auf die kurze Stelle am Heft, wo der Querschliff einsetzt. Diese Stelle ist es auch, welche bei den feineren Klingen noch besonders verziert wird. Auch hier wird das Wort „damascieren" verwendet. Dasselbe hat aber, wie wir bereits oben (Seite 133) gesehen haben, mit dem dort eingehend erläuterten Begriff „Damast" nichts zu thun. Die echten Damastfiguren gehen durch und durch und können nicht ausgeschliffen werden oder durch Abnutzung vergehen, was mit der damascierten Oberfläche leicht geschieht. Bei

*) Siehe den Abschnitt: Kleineisenindustrie, Stahl.

wirklich guter Ware ist es auch die Gravierung, welche hier einsetzt, das vertiefte ausarbeiten der oft so schönen Verzierungen, vielfach verbunden mit Inschriften und Vergoldungen. An die Stelle der kostbaren Gravur tritt oft die wesentlich billigere Ätzung, welcher meist ein Druckverfahren, im Sinne der Massenarbeit, zu Grunde liegt. Mit einer Art Druckerschwärze werden die Verzierungen auf Papier gebracht und dies auf die Klinge gelegt, welche nun nur an den von der fetten Schwärze freien Stellen von der Beize angegriffen werden kann.

Auch auf diesem Wege können künstlerisch wirksame und tiefe Verzierungen ausgearbeitet werden, obschon man sich häufig mit dem weniger dauerhaften mattätzen begnügt.

Gute Klingen halten sehr starke Proben aus, und namentlich die Militärlieferungen erheischen besonders sorgfältige Prüfungen. Die von der weltberühmten Firma Weyersberg, Kirschbaum & Co. in Solingen s. Z. für England gelieferten Klingen beispielsweise wurden folgenden Proben, welche persönlich von dem Kommissar angestellt wurden, unterworfen: Die Klinge mußte zunächst eine Belastung von 16 kg, auf die Spitze gelegt, tragen können, ohne eine Durchbiegung erkennen zu lassen. Alsdann wurde diese Belastung vermehrt, wobei die Klinge sich um 16 cm zusammenbiegen durfte, aber wieder gerade zurückspringen mußte. Dann wurde mit voller Wucht ein Schneidhieb auf einen Eichenblock geführt, und es mußte danach die Krümmung unter Anwendung einer genauen, vertieften Schablone als unverändert nachgewiesen werden. Nunmehr wurde, die Biegeprobe, die Klinge in einen besonderen Apparat gespannt und darin um 90°, winkelrecht zum Heft, gebogen, wonach sie abermals wieder gerade springen mußte. Endlich wurde das Gewicht und die Lage des Schwerpunktes bestimmt, und nun erst durfte die Klinge mit dem Abnahmestempel versehen werden.

Es ist sehr fraglich, ob die besten Damascenerklingen solche Proben zu bestehen vermögen. Unsere durch die heutige Wissenschaft geschulte Technik hat das alte, empirische Verfahren längst überholt.

Hack- und Hauwerkzeuge.

Zum erfolgreichen hauen gehört die erforderliche Wucht, das Erzeugnis von Gewicht und Geschwindigkeit. Um der Spitze, als Waffe gedacht, dem Messer, Wucht zu geben, muß der Arm gestreckt werden; und ein kräftiger Schlag erfordert schon das Gewicht eines Steines, oder eines sonstigen in der Faust gehaltenen schweren Körpers. So wurde aus dem Stein die Keule, das an einem Stiel befestigte Gewicht, aus dem kurzen Messer der lange und daher schon wuchtige „Sax". Aber auch dessen Wucht genügte nicht, und zur rohen Stielwaffe, der Keule, gesellte sich das Beil, die Streitaxt.

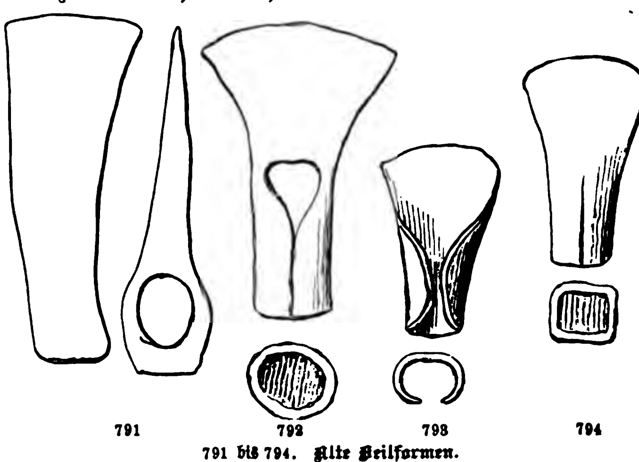
So ist das Beil, der Grundtypus der Axt, der Hacke und der Picke, in seiner Entwickelung als dritter Zweig des Begriffes „Klinge" zu betrachten. Dieser Zweig reiht sich als Vertreter einer Gruppe, welche wir nach obigem auch Stielwerkzeuge nennen können — zu denen auch der Hammer zu zählen ist — der Seitenlinie „Keule" aus dem Begriff der Waffe an.

Daß auch die Verwendung des Stieles schon uralt ist, beweisen die Steinäxte mit ihren unendlich mühsam hergestellten Bohrungen. Ihnen gingen die Werkzeuge mit angebundenen Stielen voraus, die zum Teil auch Bohrungen hierfür besaßen. Aber gerade die Schwierigkeit der Herstellung des passenden Auges — wir haben dieses Umstandes auch beim Hammer gedacht — ließ die eigentliche Form des Beiles erst später entstehen.

Abb. 791 aus einem Funde bei la Tène in der Schweiz, Zeit der Pfahlbauten, zeigt einen ersten Versuch zu einer solchen. Die demselben Fundort entstammenden Formen (Abb. 792 u. 793) bedeuten schon einen Fortschritt, und Abb. 794 weist bereits das wirkliche, eingetriebene Loch auf. Die Tiefe dieser Höhlung, die Länge des Loches, gibt einen Maßstab für den Stand der Technik in der Herstellung dieser Formen,

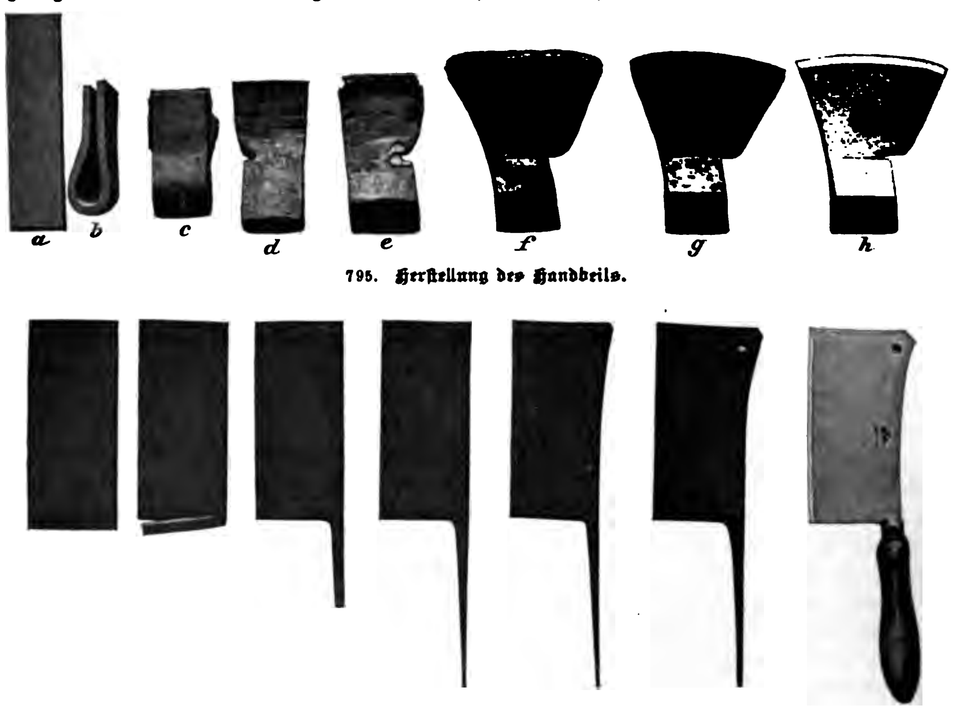
ein Fortschritt, der eigenartigerweise heute erst ein vielleicht vorläufiges Ziel erreicht haben dürfte.

Hier nämlich beobachten wir wieder den bekannten Rundlauf: Uralt ist die Lochung bei kräftigem Kopf des Beiles (Abb. 791); die neuere Technik bildet die erforderliche Höhlung durch zusammenbiegen, wie wir gleich sehen werden (Abb. 795 u. 797), und die Fortschritte des letzten Jahrzehntes führen zu der Möglichkeit, schöne lange Hülsen wieder aus dem Vollen herauszuziehen (Abb. 798).



791 bis 794. Alte Beilformen.

Abb. 795 zeigt die heute übliche Art und Weise, ein Handbeil zu schmieden, entnommen der Sammlung der Remscheider Fachschule, in 8 Stufen: a das Rohstück, b dasselbe zusammengebogen und in c mit dem eingeklemmten Stahlstück versehen. d ist die erste und e die zweite



795. Herstellung des Handbeils.

796. Herstellung des Hackmessers.

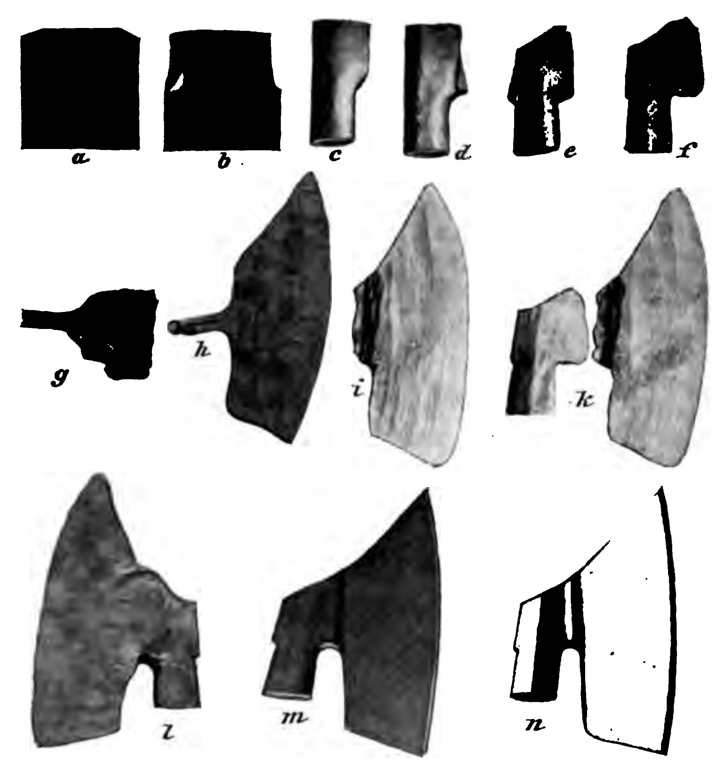
Schweißung, letztere gleich mit der ersten Formgebung verbunden. Dieselbe ist in f vervollkommnet und in g vollendet. h zeigt das fertig geschliffene Beil.

Derselben Sammlung entstammt die Entstehungsreihe des Schlächterbeils (Abb. 797), bei welchem die Bildung der Hülse eine andere ist. Dieselbe wird aus Blech zunächst für sich vorgebildet, wie in den 6 ersten Stadien (a bis f) gezeigt ist. Das verstählte Blatt

wird dann für sich (g bis i) vorbereitet, wobei wir den eingelegten Stahl sowie den zur Handhabung erforderlichen Zapfen erkennen. Derselbe wird dann (k) abgetrennt, worauf die Hülse mit dem Blatt durch Schweißung verbunden und in 4 Zügen fertig ausgebildet wird.

Ähnlich wie bei dem Beil und der Axt werden die Augen der Picken und Hacken hergestellt, soweit sich das neuere Verfahren der Bildung aus dem Vollen nicht geltend macht.

Abb. 798 zeigt die Arbeitsweise einer amerikanischen Presse *) (Pittsburg), bei welcher ein neues Prinzip zur Durchführung gelangt ist. Es handelt sich dabei darum, das Lochen so zu bewirken, daß noch recht viel Material stehen bleibt, welches zur Hülsenbildung



797. Herstellung des Schlächterbeils.

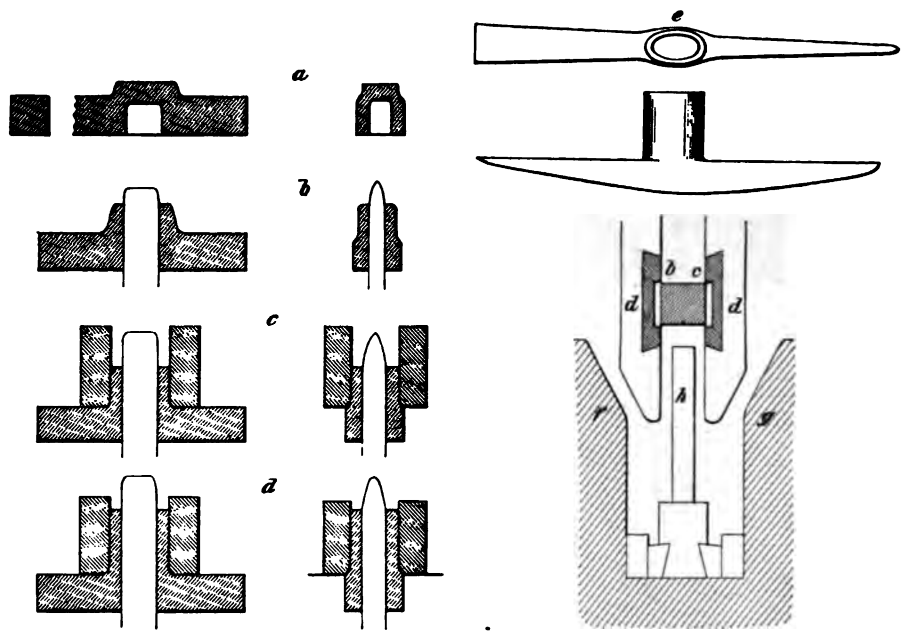
verwendet werden kann. — Wir geben nur die wesentlichen Teile der Maschine, welche als Presse mit oben liegender Kurbelachse und schwerem Zahnradantrieb zu denken ist. — Das glühende Stück, ein kurzes Ende Quadrateisen, wird zwischen die beiden Backen b und c gelegt, welche, von Stahl, in die kräftigen von oben her angetriebenen Preßstangen d festgekeilt sind. Beim niedergehen stoßen diese unten schräg zugearbeiteten Stangen gegen die oben entsprechend ausgeweiteten Führungen f und g und werden gezwungen, das bis dahin lose einliegende Rohstück fest zu packen, welches unmittelbar darauf auf den Dorn h gestoßen wird. Dieser dringt in das Material ein und erzeugt darin zunächst eine Vertiefung (Abb. 798a). Auf diese Weise werden Tausende von Stücken vorgestanzt, entweder, um gleich inzwischen zu erkalten, oder, je nach der Anlage, neu vorgewärmt, den weiteren Vorgängen unterzogen zu werden.

Diese vollziehen sich genau in derselben Weise, nur infolge der Form und der Stellung des Dornes je mit anderem Erfolge.

---

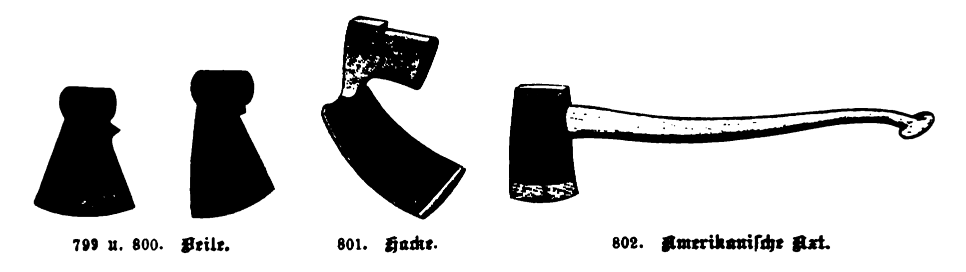
*) Skizzen des Verfassers aus der Amerikafahrt des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 1890. Vergl. „Stahl und Eisen", 1891.

Wie die Abb. 798a zeigt, ist bei dem eingestoßenen Loch noch ein Boden geblieben. Dies ist das Material, welches für die zu bildende Hülse bereit gestellt worden ist. Der nächste Dorn (b) ist scharf und weitet nur, das Material beiseite drängend, welches sich zum Teil nach oben begibt und der Hülse noch mehr zu gute kommt. Der nun folgende



798. Bildung der Hakenaugen.

Dorn (c) ist dicker und zwingt das Material auszuweichen. Bei diesem Preßstoß setzt sich aber über den oben gebildeten Wulst eine Hülse, welche die Ausdehnung nach außen hin hindert und den Stoff zwingt, sich nach oben zu begeben, die Hülse zu verlängern. Dieser Vorgang, den wir ziehen nennen können, kann wiederholt werden (d) und so eine Hülse



799 u. 800. Beile. 801. Hacke. 802. Amerikanische Axt.

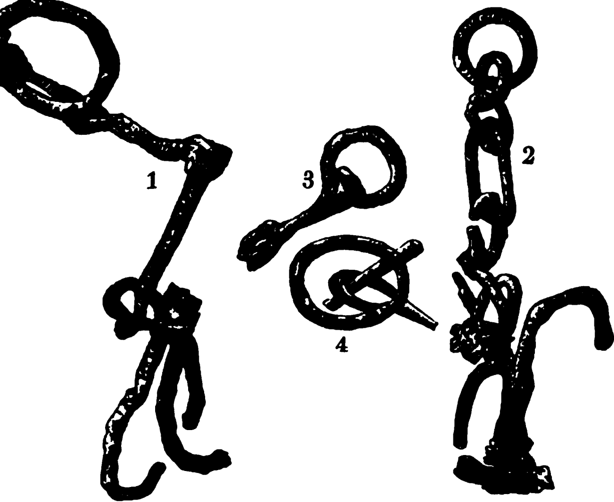
von einer Länge bilden, welche der vorher bewirkten Anhäufung von Material entspricht wie in d und e gezeigt.

Abb. 799—802 zeigen einige Formen von Gegenständen als eine kleine Auswahl aus einer sehr großen Zahl von Werkzeugen dieser Art.

Die Herstellung der Ketten.

Eine Kette entsteht durch reihenmäßiges aneinanderhängen von losen ringförmigen Körpern, den Gliedern, ganz unabhängig von der Form und dem Material der letzteren. Ist die Zusammensetzung derart, daß eine lose drehbare Beweglichkeit nicht erhalten wird, so entsteht ein Band.

Der Kettenpanzer wird gebildet durch seitliches aneinanderneſteln von Ketten, der Schuppenpanzer in ähnlicher Weise aus Bändern, die aus Schuppen zusammengesetzt worden.

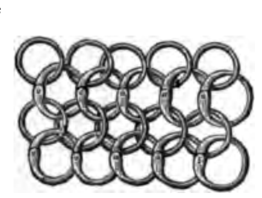


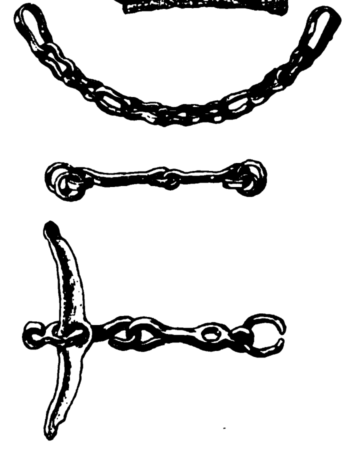
803. Ketten, gefunden zu Khorsabad.

Die ältesten*) — eisernen — Ketten entstammen einem Funde von Victor Place, der denselben als Resident in Mosul (eine alte Stadt am rechten Ufer des Tigris) etwa zu Anfang der 60er Jahre gemacht hat. Er stieß unter den Trümmern eines Palastes auf ein großartiges Eisenmagazin, in welchem sich an 160000 kg Eisen befand, zum größten Teil Luppen, zum Teil feinere Schmiedestücke, darunter auch Ketten, wie in der Abb. 803 [1]—[4] dargestellt. Dieselben sind bereits geschweißt, verraten also eine nicht unbedeutende Fertigkeit in der Verarbeitung des Eisens. Dem gegenüber stehen alte Reste römischer Panzer von Nydam, aus der Sammlung in Kiel (Abb. 804), bei denen die Ringe genietet waren. Nietung wird vielfach statt der Schweißung gefunden. Auch der Kunstschmied des frühen Mittelalters verwendete an seinen Gittern häufig das Niet, wo später geschweißt wurde. — Abb. 805 zeigt alte römische Ketten (Mainz), zum Teil nur zusammengebogen, zum Teil geschweißt.

Bei feineren Kettenpanzern fällt auch die Nietung fort; die Ringe sind nur zusammengebogen. Und dies führt uns zu den Grundverschiedenheiten der Kettenarten: offene, wenn sie auseinandergehakt werden können, und geschlossene, wenn dies nicht der Fall ist. Die geschlossenen Ketten sind entweder fest oder lösbar geschlossen oder aber geschleift, die offenen Ketten entweder gebogen oder gegossen bezw. geschlagen.

Endlich gibt es auch Ketten, die man Verbundketten nennen könnte und die aus geschlossenen und offenen oder aus fest- und lösbar geschlossenen Gliedern bestehen.


804. Stück eines römischen Panzerhemds.

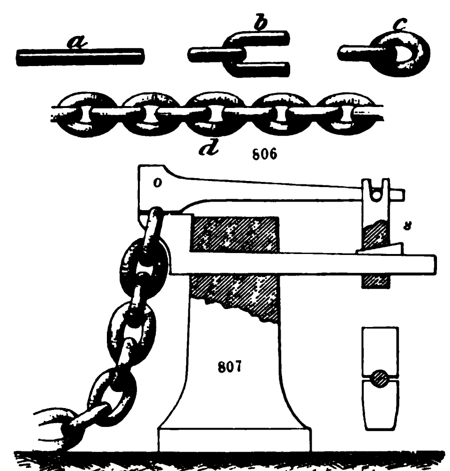

805. Römische Ketten im Museum zu Mainz.

Ferner unterscheidet man je nach der Verwendung Befestigungs- und Lauf- (auch Treib- oder Transmissions-)ketten. Indessen läßt sich jede Kette der ersten Bezeichnung als letztere verwenden, wenn sie nur regelmäßig genug gearbeitet ist.

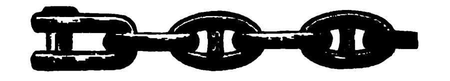
*) Dr. Ludwig Beck, Band I. S. 136.

Die Herstellung der geschlossenen eisernen Kette geschieht in der Regel durch zusammenbiegen und verschweißen eines geeignet vorgewalzten Rundstabes. Die Stücke werden von Länge gehauen (Abb. 806a), erst in der Mitte (b) und dann an den Enden (c) gebogen, zusammengebogen und über einem Horn verschweißt. Das folgende Glied wird vor dem zusammenbiegen in das frühere eingehakt, gerichtet und wie das erste geschweißt, so daß diese Arbeit stets am Ende der bereits fertigen Kette vorgenommen wird.

Um die genaue Form der Glieder bequem wahren zu können, verwenden die Kettenschmiede eigentümliche Gesenke, welche (Abb. 807) durch den Amboß gesteckt werden. Auf den weit hervorragenden Stiel derselben wird



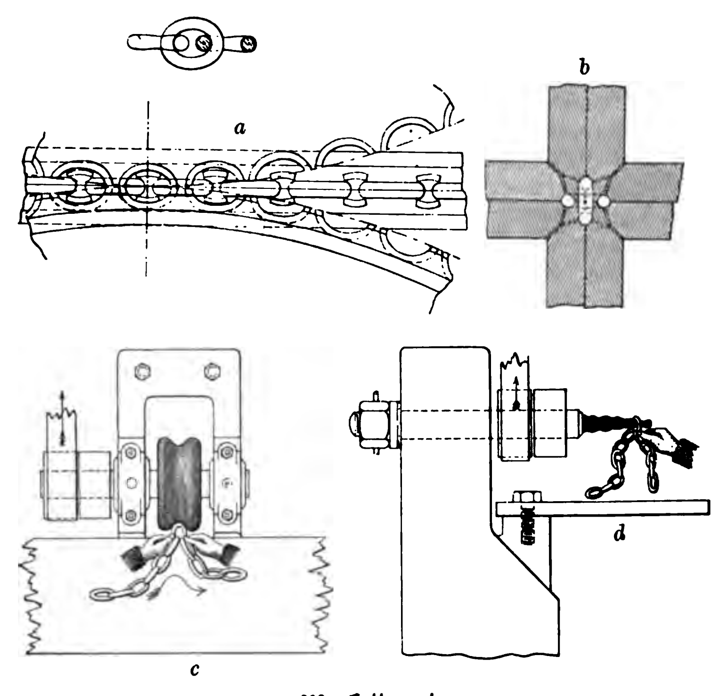
806 u. 807. Herstellung eines Kettengliedes.



808. Ein Kettenschaken.

ein Scharnier s gekeilt, um welches sich das Obergesenk o dreht. Das schweißwarm gemachte Glied wird zwischengebracht und durch einige schnelle und kräftige Schläge, welche auf den Kopf des Obergesenkes geführt werden, verschweißt.

Zum vereinigen namentlich der schweren Ketten zu großen Längen dienen die Schaken (Abb. 808), welche zu den lösbaren Kettengliedern gehören und gewissermaßen zu den Verbundketten überführen. Bei den Laufketten, welche besonders gleichmäßig ausfallen müssen, werden die Glieder nach dem schweißen und in derselben Wärme noch einmal in ein besonderes Gesenk geschlagen, welches durch entsprechendes längen oder stauchen das genaue Maß herstellt.



809. Kettenwalzen.
a u. b Walzwerk, c äußere, und d innere Vollendung der Glieder.

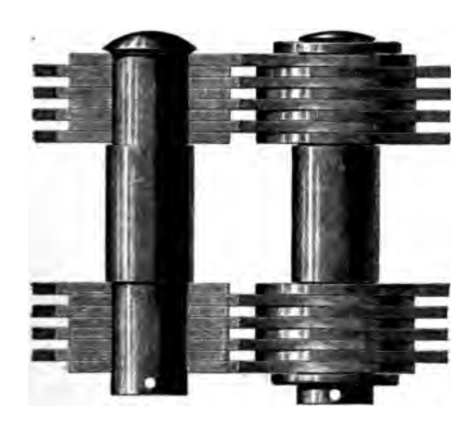
Nach diesem Verfahren werden alle Schweißketten gefertigt, sowohl die schweren Schiffsketten als auch die kräftigen Krankketten, bis zu den feinen bis zu 2 mm heruntergehenden Dutzendketten für Haus und Hof. Es erfordert diese Arbeit namentlich für die kleineren Sorten eine große Gewandtheit und in allen Fällen eine außerordentliche Ge-

schicklichkeit in der Behandlung des Feuers. — Das Brennmaterial ist in der Regel Kleinkoks.

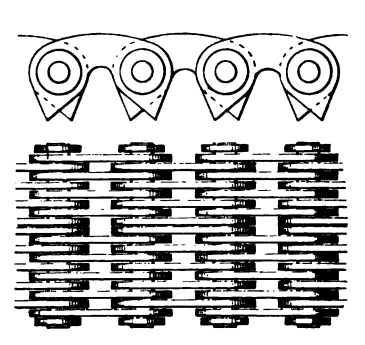
Handelt es sich nicht um Eisen, sondern um ein nicht schweißbares Material, wie Holz, Knochen oder Elfenbein u. s. w., so ist zunächst nichts anderes als die Schnitzarbeit zu verwenden, bei welcher die einzelnen Glieder in ihrem Zusammenhange aus dem vollen Stab herausgearbeitet werden müssen. Hierin haben die Chinesen eine große Fertigkeit, welche, wie die bekannten mehrfach ineinanderliegenden Kugeln, vielfach kunstvoll gearbeitete Ketten durch Schnitzarbeit zu liefern wissen. Doch haben wir jetzt auch derartige Künstler in Deutschland, wie z. B. die hervorragenden Arbeiten von F. Saueracker im Bayrischen Gewerbemuseum zu Nürnberg beweisen.

Dieser Umstand, die Möglichkeit der Herausarbeitung einer Kette aus dem Vollen, hat zu einem Verfahren geführt, welches erst im letzten Jahrzehnt zur Durchführung gelangt ist: die Herstellung der Ketten durch walzen.

Abb. 809a u. b stellt ein hierzu bestimmtes Walzwerk, von Klatt & Co., Germania in Neuwied dar. Dasselbe besitzt vier zusammenlaufende Walzscheiben, auf deren Umfang die erforderlichen Vertiefungen eingraviert sind. Natürlich sind es aufgesetzte Stahlstücke,



810. Gelenkkette. (Zu S. 304.



811. Kette von Renold. (Zu S. 304.)

welche diese Ausarbeitungen enthalten. Die kreuzförmig vorgewalzte Eisenstange wird durch diese Walzen so gequetscht, daß sie bereits die ganze Kette in etwas zusammengeschobenem Zustande enthält, so daß es nur des Durchbruches der dünnen verbindenden Stellen bedarf, um die Glieder lose und doch zusammenhängend zu erhalten. Auch dies wird maschinell vorgearbeitet und dann von Hand vollendet. — Abb. 809c zeigt die äußere und Abb. 809d die innere Vollendung der Glieder.

Auf diese Weise werden Ankerketten für den Bedarf der Schiffe und namentlich Tauketten für die Kettenschiffahrt gefertigt.

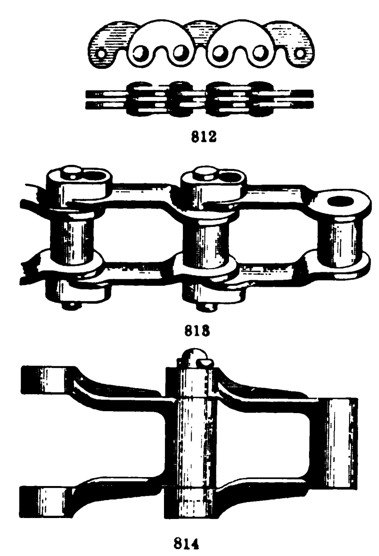
Nach den mit diesen Ketten angestellten Zerreißversuchen sind dieselben den Schweißketten um das doppelte überlegen. Es kann nach diesem Verfahren Stahl bis zu 80 kg Festigkeit, und auch mit besonderem Vorteil gegen die Wirkung des Seewassers Deltametall bis zu 75 kg verwendet werden.

Gegossene Ketten werden in einfachster Weise als Verbundketten hergestellt, welche wir weiter unten näher kennen lernen werden, oder aber im Sinne der aus dem Vollen hergestellten Ketten wirklich geschlossen gegossen. Diese Arbeit gilt indessen mehr als Kunststück und findet z. Z. auch wohl nur als solches Verwendung. Immerhin sind ernste Bestrebungen zu verzeichnen.

Eigenartigerweise sind hier die Indier bahnbrechend vorangegangen, welche — in Jeypore, Rajputana — sehr schöne bronzene Ketten gießen. Sie stellen sich das Modell aus Wachs her, formen darüber roten Thon, schmelzen das Wachs aus und gießen Bronze hinein. Dies Verfahren läßt sich aber für Stahlguß, welcher für die große Ver-

wendung allein in Frage kommt und 2 % Schrumpfung besitzt, sowie auch aus anderen praktischen Gründen nicht gut verwenden.

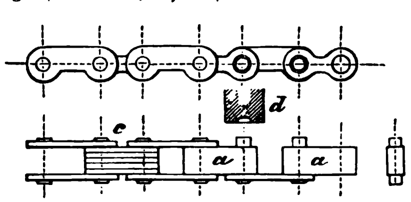
Imbert & Leger*) haben die Aufgabe dadurch gelöst, daß sie gußeiserne Coquillen verwenden, welche unmittelbar nach dem gießen, sobald es der Erstarrungszustand eben zuläßt, auseinandergenommen werden, so daß die folgende Schwindung ungehindert erfolgen kann. Nach diesem Verfahren hergestellte, in Stahl gegossene Ketten haben eine Festigkeit von 60 kg auf den Quadratmillimeter erwiesen. Bronzene Ketten aus Deltametall sind z. B. für den brasilianischen Kreuzer Riachnelo gegossen worden. Indessen scheint keine weitere größere Ausführung vorzuliegen.



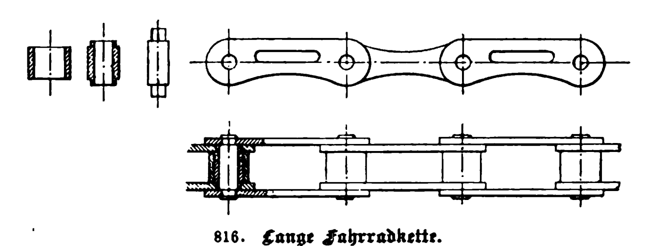
812 bis 814. Gelenkketten.

Als fest geschlossen sind auch die unter dem Namen „Gelenkketten" vielfach im Gebrauch befindlichen Ketten zu betrachten. Wennschon zusammengesetzt, sind sie doch nicht ohne weiteres lösbar. Sie bestehen (Abb. 810) aus gebohrten Plattenpaaren, welche durch Bolzen vereinigt sind. Ihre Verwendung ist eine sehr mannigfache. Ursprünglich von Gall als Krankette verwendet, wozu sie sich vorzüglich eignet, hat sie als Triebkette (s. auch Abb. 811 u. 812) ein sehr weites Feld erobert und ist auch vielfach ausgebildet worden; sie wird auch durch schlagen oder tempern (Abb. 813 u. 814) erzeugt. Abb. 815 u. 816 zeigen die Form, welche sie für das Fahrrad angenommen hat. Aus den rohen Flacheisenstücken, mit denen sie sich im Maschinenbau eingebürgert hat, sind fein polierte stählerne Plättchen geworden; die Bolzen haben gehärtete Stahlhüllen erhalten. So beherrscht diese Kettengattung das Feld als wichtigstes und verantwortlichstes Organ des heute so beliebten Vehikels.

Bei großen Ketten werden die Zapfen der Leichtigkeit wegen gebohrt, wodurch gleichzeitig eine größere Sicherheit für die Güte des Materials gewährt wird (Abb. 817).



815. Kurze Fahrradkette.


816. Lange Fahrradkette.

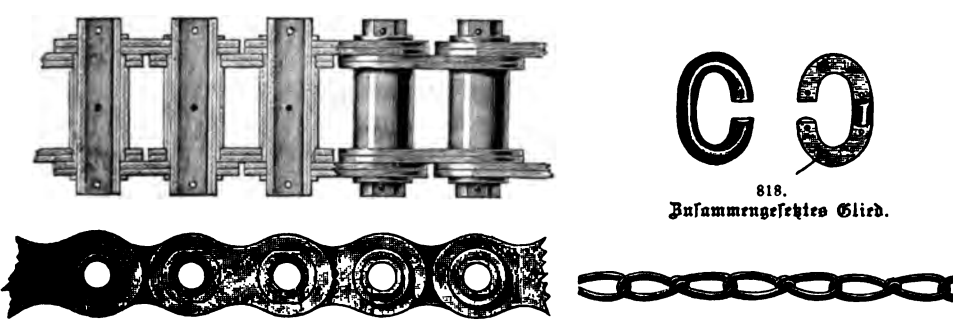
Den fest geschlossenen Ketten gehören noch diejenigen an, bei denen die Befestigung der zusammengebogenen Enden durch löten oder nieten stattfindet. Hierzu gehören vor allem die aus Edel- und sonstigen Metallen hergestellten Ketten, welche, soweit sie nicht nur einfach zusammengebogen sind, stets gelötet werden. — Das oben gelegentlich der Anführung sehr alter Ketten angegebene vernieten wird nur noch in den allerseltensten Fällen geübt.

Die lösbar geschlossenen Kettenglieder — ganze Ketten werden naturgemäß kaum auf diese Weise hergestellt — können auf recht verschiedene Weise gebildet werden und entstammen meist dem Schlag- oder Temperprozeß. Abb. 818 stellt ein sehr zweckmäßig und täuschend wirkendes Glied dieser Art dar. Dasselbe besteht aus zwei vollkommen

*) „Stahl und Eisen" 1886. S. 812.

gleichen Teilen, welche seitlich aufeinander gelegt und vernietet werden. — Mit Hilfe solcher Glieder ist man imstande, sehr lange Ketten aus kürzeren Enden zusammenzusetzen, ohne dem Aussehen und kaum der Haltbarkeit zu schaden.

Zu den lösbar geschlossenen Kettengliedern gehören auch die oben bereits erwähnten Kettenschaken (Abb. 808). Dieselben werden nur aus Schmiedeeisen hergestellt und dienen ebenfalls zur Verbindung bereits vorhandener langer Ketten.



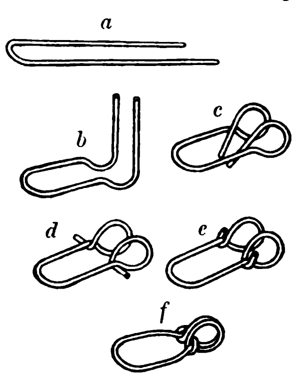
817. Kette mit hohlen Zapfen.

818. Zusammengesetztes Glied.

819. Schleifenkette.

Eine höchst interessante Gattung der fest geschlossenen Ketten sind die aus Draht durch verschleifen hergestellten, denen für Flächen die Flechtwerke (Abb. 448 u. 449) entsprechen. Dieselben sind, aus Halbedelmetallen hergestellt, als Zierketten, für Hängelampen und ähnliche Zwecke längst bekannt und beliebt und haben in der Neuzeit auch als Gebrauchsketten vielfach Verwendung gefunden; sie machen jetzt sogar den leichten geschweißten Ketten erheblich Konkurrenz.

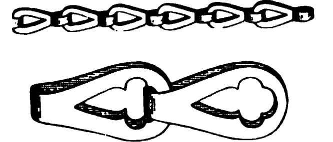
Abb. 819 stellt ein System dieser Kettengattung, von Schlieper & Nölle in Grüne i. W. und Weißenfels a/S. (amerikanische Victorkette), dar. Die Glieder werden, wie an einem anderen System (Abb. 820a—f) erläutert, aus Drahtenden mit Hilfe selbstthätiger Vorrichtungen auf maschinellem Wege zusammengebogen und verschlungen und zeichnen sich durch ihre große Leichtigkeit und Festigkeit aus.



820. Bildung von Schleifenketten.

Die zu solchen Arbeiten verwendeten überaus sinnreichen Maschinen werden vorzugsweise von der auf diesem Gebiete den deutschen Markt beherrschenden Firma Malmedie & Co., Düsseldorf, gebaut.

Als ältere Gattung der Schleifenkette ist noch die aus Blech gestanzte (Abb. 821) zu erwähnen, welche als eine sehr solide Vertreterin angesehen werden muß, wennschon sie meist nur als Zierkette Verwendung findet. Glieder dieser Ketten werden mit der Maschine aus Blech gestanzt und von Hand zusammengeschleift (Kraft & Schütt in Düren).*)



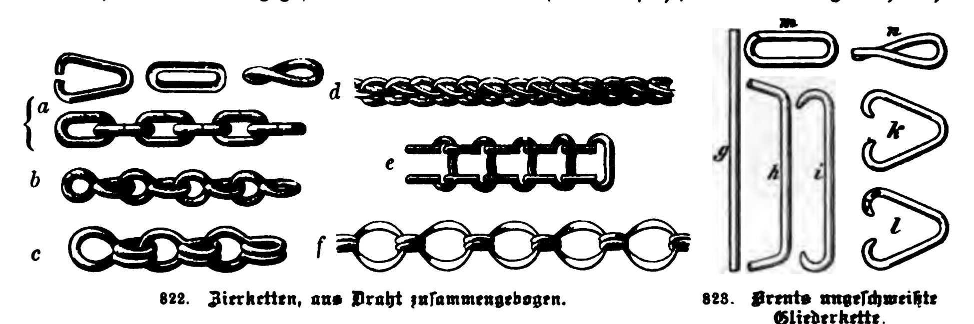
821. Zusammengebogene Glieder aus Blech.

Als Übergang zu den offenen Ketten sind nunmehr die nur zusammengebogenen Ketten zu nennen, deren einfachste und bekannteste Vertreterin die Gewichtskette der Wanduhren ist und auch sonst sehr viel Verwendung findet. Auch Uhr- und sonstige Zierketten — überall, wo die Beanspruchung nur gering ist — werden nach diesem Verfahren hergestellt. Abb. 822a—f zeigt verschiedene hierher gehörige Arten, von denen f dem Aussehen nach an die Schleifenkette (Abb. 819) erinnert. Abb. 823 g—n zeigt eine Form, welche eigentlich als Vorstufe zu der geschränkten geschweißten (Hunde-)Kette anzusehen ist,

*) Dingler, 1898, S. 46.

aber wegen der in l erkennbaren Verhakung ungeschweißt bleibt und durchweg von der Maschine gefertigt wird; g und h sind die ersten Vorstufen. Die Maschine wird von R. A. Brent in Bridgeport, Conn. gebaut und ist in Dinglers „Polyt. Journal", 1898, Bd. 310, S. 45 näher beschrieben.

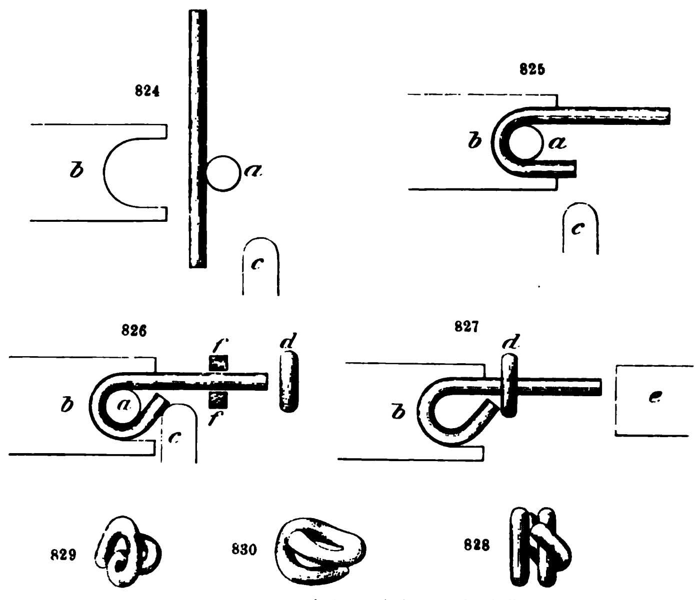
Von den in der Abb. 822 dargestellten Ketten hat die Panzerkette (d) wohl am meisten Verbreitung gefunden. Das Glied derselben besteht, wie das der gewöhnlichen



822. Zierketten, aus Draht zusammengebogen. 823. Brents ungeschweißte Gliederkette.

Uhrkette, aus einem zusammengebogenen Drahtstück, dessen Auge aber um 60 Grad gedreht zu denken ist. Es bildet also die Mitte zwischen der ebenen 0 und der ebenen 8, ist dann aber, wie Abb. 822 d zeigt, etwas zusammengedrückt, verkürzt.

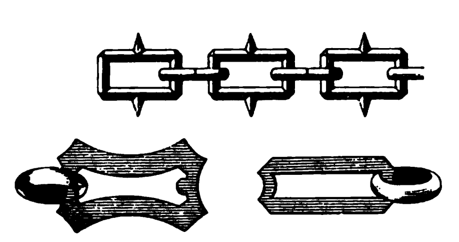
Die Herstellung der Panzerkette geschieht auf einer überaus sinnreichen Maschine, welche von Malmedie & Co. in Düsseldorf gebaut wird und etwa, wie folgt, arbeitet:



824 bis 830. Panzerkette und deren Herstellung.

Das von der Maschine in bekannter Weise abgeschnittene Drahtstück legt sich (Abb. 824) an einen senkrecht von unten her freistehenden Dorn a, wird gleich darauf von einem Drücker b gefaßt, gebogen und in die Stellung Abb. 825 gebracht. Dann kommt der Schließer c und drückt das Auge zu, wie in der Abb. 826 dargestellt ist. Das vorher gefertigte Glied, also das Ende der bis dahin fertiggestellten Kette, liegt bei d bereit, das neue Glied aufzunehmen. Der Schließer c zieht sich daher gleichzeitig mit dem senkrechten Dorn a zurück, der Drücker b macht einen weiteren Vorschub und steckt unter Beihilfe

eines von oben her kommenden gegabelten Führers f das halbfertige Glied mit dem freien, noch geraden Ende (Abb. 827) in das bisherige Schlußglied d. Nun tritt ein Drücker e in Thätigkeit und schließt das zweite Auge, welches dabei in die Höhe kippt, von einem zweiten, von oben her kommenden Schließer zugedrückt wird und die in der Abb. 828 angegebene Stellung annimmt. Unmittelbar darauf arbeitet der unter dem Tisch befindliche Vorschub, welcher die fertige Kette hält und dieselbe um eine Gliedlänge nach unten zieht, so daß das neue Glied nunmehr die Stellung d einnimmt. Jedes Glied bedarf also fünf Operationen, bevor es aus dem Drahtstück fertig an die Kette gelangt. Diese aber erfolgen Schritt für Schritt; während des einsteckens (Abb. 827) tritt bei



831. Verbundketten.

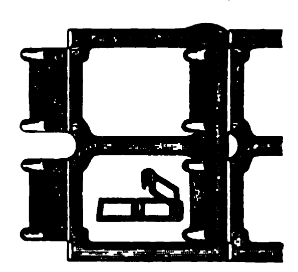
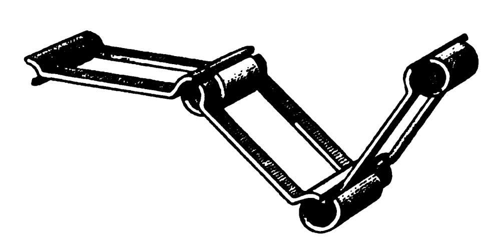

832. Offene Kette, getempert.

Abb. 824 ein neuer Stift ein; während dieser (Abb. 825) gebogen wird, erfolgt der Schluß bei Abb. 828, und während des Schlusses (Abb. 826) arbeitet der Vorschub, so daß nirgends eine Pause entsteht und sich bei jedem Zug Glied an Glied reiht. — Auch die Verbundketten gehören in diese Gruppe. Sie bestehen (Abb. 831) aus festen Gliedern, welche häufig durch gießen oder durch den Schnitt hergestellt werden, und zusammengebogenen oder zusammengesetzten Ringen und finden in der gezeichneten Form als Trenn- (Grenz-) und Zierketten Verwendung.

Den Schluß unserer Zusammenstellung bilden die offenen Ketten. Dieselben (Abb. 832 u. 833) sind auseinanderzuhaken und daher nur in gespanntem Zustande zu verwenden. Sie haben sich als Triebketten recht eingeführt und werden meist geschlagen oder auch gegossen, getempert oder aus Stahlblech gestanzt.

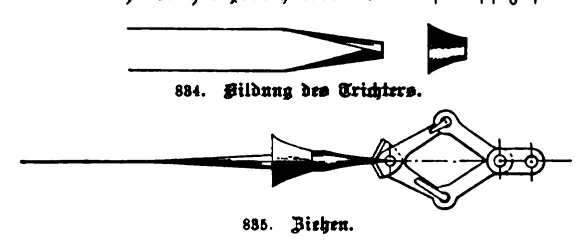
Zur Herstellung der letzteren dient eine außerordentlich sinnreiche Maschine der Locke Steel Belt Compagny, New York, deren Beschreibung indessen zu weit führen würde. (Siehe Dinglers „Polyt. Journal" 1898, Bd 310, S. 47).


833. Lockes Stahlbandkette.

Die Herstellung der Rohre.

Wir unterscheiden, zunächst das uns hier in erster Linie als Material beschäftigende Eisen im Auge habend, gegossene, geschweißte, gelötete, genietete, gefalzte und nahtlose Rohre und Metallschläuche.

Manche Rohre jedoch werden nur stumpf zusammengebogen und bleiben offen. So werden die Spicknadeln aus einem Blechstreifen über dem Spitzdorn zusammengebogen, an der Spitze verhämmert und angeschliffen oder angefeilt.



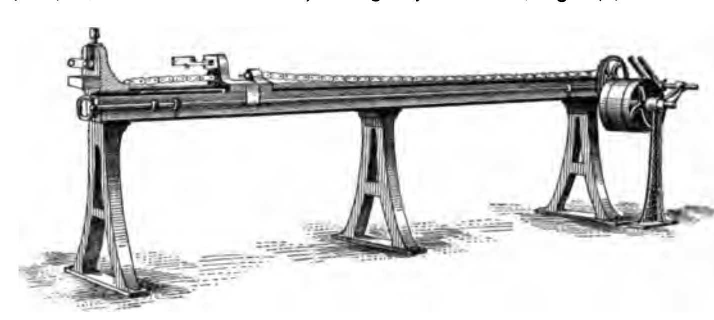
834. Bildung des Trichters.

835. Ziehen.

Über die Herstellung der gegossenen Rohre ist in dem Abschnitt „Eisengießerei" bereits das Nötige mitgeteilt worden. Es erübrigt also zunächst die Besprechung der geschweißten schmiedeeisernen Rohre.

Die bekanntesten schmiedeeisernen Rohre sind die Gasrohre, welche, wenn auch meist unter diesem Namen, auch für Dampfleitungen und alle möglichen anderen Zwecke verwendet werden.

Die Herstellung dieser Rohre geschieht aus in der Regel direkt vorgewalzten Blechstreifen, deren Breite annähernd gleich dem Umfange ist, und deren Länge der der herzustellenden Rohre entspricht. Diese Streifen werden zunächst an einem Ende rotwarm trichterförmig (Abb. 834) zusammengebogen und gelangen dann in den Glühofen, um durchweg gleichmäßig gut warm gemacht zu werden. In diesem Zustande werden sie schnell herausgeholt, mit dem zugezogenen Ende in den Ziehtrichter gesteckt, von der Ziehzange gepackt und (Abb. 835) durchgezogen, wodurch die Rohrbildung an sich, die Kanten stumpf gegeneinander, beendet ist. Es handelt sich nun darum, die Ränder durch schweißen zu vereinigen. Rohre, welche dem gewöhnlichen Druck, bis etwa zu 4 Atmosphären, ausgesetzt sind, erhalten eine stumpfe Schweißnaht (Abb. 837), d. h. sie werden in dem beschriebenen Zustande in den Schweißofen gebracht und in bester Hitze durch das Zieheisen gezogen, wodurch die Schweißung hergestellt wird. Der Vorgang wird nun, unter Anwendung einer etwas niedrigeren Temperatur, drei bis viermal, event. unter Anwendung kleinerer Zieheisen wiederholt, bis das Rohr den gewünschten Durchmesser hat. Die hierzu verwendete Werkzeugmaschine ist die Ziehbank (Abb. 836), wo bei c die Zange angesetzt zu denken ist.



836. Ziehbank.

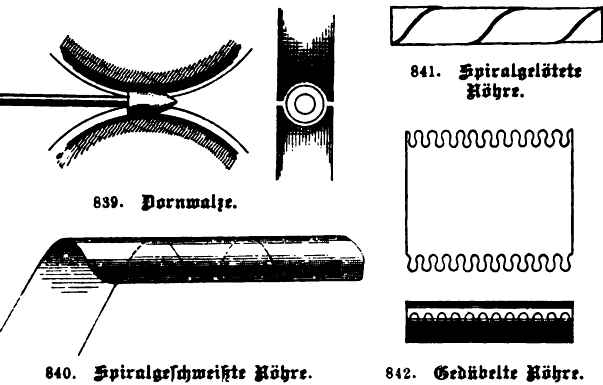
837 838

837. Stumpfe Schweißung. 838. Überblattung.

Für Rohre mit hohem Druck, wie namentlich die für Heißwasserheizungen verwendeten Perkinsrohre, erachtet man die stumpfe Schweißung nicht für genügend. Man schärft aus diesem Grunde (Abb. 838) die Kanten zu, so daß sie sich beim ziehen durch den Trichter übereinanderlegen, also mehr Schweißfläche erhalten. Das schweißen erfordert hier also einen radial gerichteten Druck. Es genügt daher das bei den Niederdruckröhren verwendete Zieheisen nicht, sondern die Rohre gelangen (Abb. 839) zwischen zwei ausgekehlte Walzen und werden zudem über einen Dorn gestreift, so daß sie beim durchgehen, was natürlich mit großer Geschwindigkeit

erfolgt, mit den Rändern fest aufeinandergepreßt werden. — Die weiteren Vorgänge sind dieselben, wie vorhin geschildert.

Eine besondere Art geschweißter Rohre sind die spiralgeschweißten Rohre, z. B. nach dem Ehrhardtschen Verfahren auf den Rather Werken für Metallindustrie hergestellt. Die Grundlage ist auch hier ein Blechstreifen, der aber spiralförmig (Abb. 840) zusammengebogen wird, und zwar fortlaufend während des Schweißens. Das letztere erfolgt mit Hilfe der Wassergasflamme, welche durch ein Gebläse zu der hohen Glut der Knallgasflamme geschürt wird. Unmittelbar nach der breit gehaltenen Flamme wird die Schweißung durch einen sehr schnellgehenden kleinen Hammer vollzogen, während sich das Rohr, auf Walzen gelagert, langsam dreht und dabei voranschreitet. Die Rohre werden auf diese Weise bis zu einem halben Meter Durchmesser und in so großen Längen gefertigt, wie es der Transport erlaubt; an sich ist ihre Länge unbegrenzt. Der aufzuwickelnde Blechstreifen wird aus diesem Grunde aus Stücken hergestellt, welche durch elektrische Schweißung verbunden werden.


839. Dornwalze.
840. Spiralgeschweißte Röhre.
841. Spiralgelötete Röhre.
842. Gedübelte Röhre.

Die Verbindung der geraden Nähte eiserner Rohre durch löten findet seltener statt. Dies Verfahren wird aber bei Kupferrohren ausschließlich angewendet. Dagegen werden stählerne Spiralrohre von kleinem Durchmesser, wie sie in Amerika zu Fahrradrahmen verwendet werden (Abb. 841), mit Hartlot gelötet. Auch hat man für dieselben Zwecke — zu Fahrrädern — gedübelte Nähte (Abb. 842) angewendet und dieselben durch löten gefertigt.

An die gelöteten Rohre lehnen sich die Wellblechspiralrohre an, welche sich bereits durch eine Art Falzung halten und durch verzinken ihre volle Festigkeit gewinnen. Die Herstellung*) geschieht mit Hilfe kannelierter Walzen. Abb. 843 zeigt, wie zunächst eine Welle eingewalzt wird. Dann wird diese Welle über den zweiten Wulst der Walze gelegt, worauf die zweite Walze angepreßt wird, welche sich den Stoff von der rechten Seite her holt (Abb. 844). So wird der ganze Streifen der Länge nach in einen Wellblechstreifen verwandelt. Nunmehr tritt eine Maschine in Thätigkeit, welche uns aus der Klempnerei bereits bekannt ist. Es ist dies die Rundmaschine, auf deren Mittelwalze das Rohr gebildet werden soll, und zwar in Form einer Spirale, gerade so, wie es mit flachen Blechstreifen auf der Abb. 840 geschieht. Die Steigung derselben ist etwas geringer, als die Breite des Wellblechstreifens, nämlich um soviel, wie dieser über den anderen Gang hinübergreift, um sich an der letzten Welle des Nachbarn zu halten.


843 u. 844. Walzen der Wellblechrohre.

Da es sich im vorliegenden Falle nicht um ein überall gleichweites Rohr handelt, sondern um ein verjüngtes, so ist auch die Walze verjüngt. Die Arbeit beginnt an dem starken Ende derselben, wo sie mit einem Dorn versehen ist, über welchen das Blech gehakt wird. Jetzt beginnt das winden: Mit großer Sorgfalt wird der richtige Winkel eingehalten, so daß sich der zweite Gang genau so an den ersten legt, daß, wie oben angedeutet, der gute Schluß erfolgt. Hierauf geht die Arbeit verhältnismäßig leicht und sicher vor sich, bis das ganze Rohr, eine schlanke, gefällig aussehende Säule, hergestellt ist.

*) Patent Tillmanns, Wellblechfabrik, Remscheid.

Als Material ist verzinktes Eisenblech genommen worden. Durch einfaches eintauchen des Rohres in das Zinkbad wird ein glatter, gut verlaufender Überzug gebildet, der die Naht ziemlich gut verdeckt und nur dem Kenner sichtbar ist, dabei aber zugleich eine Art Lötung bewirkt.

Wie angedeutet, sind diese Rohre nur Zierrohre (Laternenpfosten, Abb. 845), obwohl nichts im Wege steht, sie bei soliderer Nahtverbindung zu ernsteren Zwecken zu verwenden, wozu die sehr versteifenden Wellen besonders befähigen können.

Eine andere Verbindungsart der Rohrnähte besteht in dem falzen (Abb. 846), wobei zuweilen noch zu besonderer Sicherheit, und wenn es auch auf Dichtigkeit ankommt, das löten tritt. Diese Art der Verbindung gehört in das Gebiet der Klempnerei, da sie fast nur bei dünnen Blechen verwendet wird. Starke Rohre für großen inneren oder äußeren Druck werden aus Kesselblech hergestellt und vernietet; dies gehört in das Gebiet der Kesselschmiede.



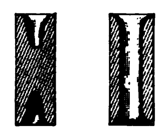
845. Wellblechrohr.

Die nahtlosen eisernen oder stählernen Rohre sind durchweg eine Errungenschaft der Neuzeit, welche solche für hohe Pressungen oder bei sonstiger Forderung einer besonderen Sicherheit, wie zu Fahrrädern, verlangt.

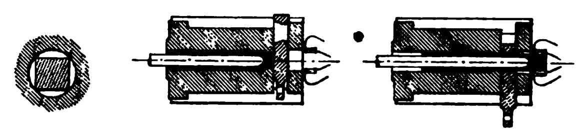
Das zuerst geübte Verfahren beruhte einfach auf dem ausziehen eines dickwandigen Rohres, welches durch lochen, zweckmäßig von beiden Seiten her (Abb. 847), eines massiven Blockes hergestellt worden ist. Das ziehen wird immer weiter getrieben, bis das Rohr die gewünschte Wandstärke oder den erforderlichen Durchmesser erlangt hat.

846. Falzen der Rohre.

Diesem bis dahin üblichen lochen ist neuerdings ein von Ehrhardt gefundenes Verfahren an die Seite getreten, welches die Lochbildung erleichtern soll. Das Rohstück hat (Abb. 848) einen quadratischen Querschnitt und wird gut rotwarm in eine Matrize mit kreisförmiger Höhlung gebracht, in welche es gerade hineinpaßt. Die vier so entstehenden segmentförmigen Hohlräume zwischen dem Rohstück und der inneren Wand der Matrize dienen dazu, das Material aufzunehmen, welches von dem nunmehr hydraulisch hineingepreßten Dorn (Abb. 849) verdrängt wird. Der Dorn geht indessen, wie die Abbildung zeigt, nicht durch, sondern hält an, bevor er an das Ende angekommen ist. Sobald dies geschehen, zieht er sich, um zu lockern, etwas zurück, und dann wird die Bodenplatte, welche den Widerhalt beim lochen gebildet hat, so verschoben, daß das darin befindliche



847. Vorlochen für nahtlose Rohre.

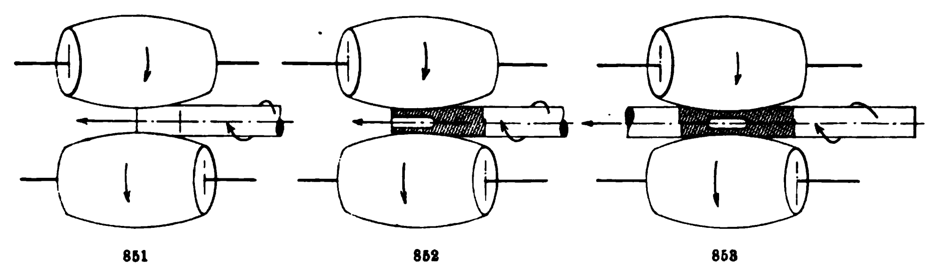


848 849 850
848 bis 850. Nahtlose Rohre nach Ehrhardt.

Ziehloch in die Richtung der Achse tritt. Der Dorn schiebt sich nun wieder vor, damit aber auch das Rohstück, welches nunmehr, nachdem es durch die Ziehöffnung getreten (Abb. 850), von der Ziehzange gepackt und durchgeholt wird. Auf diese Weise erhält man in einer Wärme aus dem Block ein bereits roh fertiges und ziemlich schweres Rohr. Dasselbe wird dann in üblicher Weise, durch ziehen, weiter verarbeitet.

Ein sonderartiges Verfahren ist das der Gebr. Mannesmann. Nach demselben gelangt der Block, wieder gut warm, zwischen zwei schräg zu einander stehende Walzen (Abb. 851), welche eine doppelte Wirkung auf dasselbe ausüben. Zunächst gerät der Block

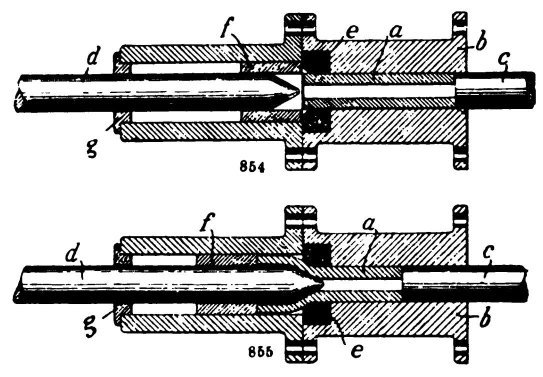
ins rollen, da die beiden Walzen eine gleiche Umdrehungsrichtung besitzen, an den Angriffsstellen also gleichartig drehend wirken. Die Walzen sind nun aber ballig — die Abbildung soll nur das Prinzip des Vorganges erläutern — und wirken infolgedessen in der Mitte, auf den dünnen Teil des Rohstückes, mit einer größeren Geschwindigkeit, als mit den Enden oder den weiter von der Mitte ab gelegenen Flächen. Da nun infolge der Schrägstellung ein vorziehen, ein hineinschrauben des Walzstückes bewirkt wird, dies aber vorn kräftiger wirkt, als weiter hinten — der in der Mitte höchsten Umfangsgeschwindigkeit der Walzen



861 bis 853. Mannesmannverfahren.

entsprechend — so werden die vorderen Teilchen des Rohstückes mehr vorgezogen, als die anderen. — Nunmehr hängt es von verschiedenen Verhältnissen ab, was geschieht. Ist der Block hart und die Oberfläche glatt, so wird sich das Ganze quälen und reiben, ohne ein Resultat zuwege zu bringen. Ist das Material sehr weich, vielleicht sogar klebrig, so wird es sich in der Form eines Stranges vorziehen oder auch, je nach seiner Kohäsion, abreißen. Unter günstigen Umständen wird aber auch der Kern zurückbleiben können, während die von den Walzen gepackten äußeren Teile vorgezogen werden, wodurch dann ein hohles Stück, ein Rohr entsteht (Abb. 852).

Dieser eigentümliche Vorgang läßt sich sogar so leiten, daß sich mitten im Rohstück eine Höhlung bildet. Wenn nämlich (Abb. 853) das letztere vorher taillenförmig zugeformt worden ist und so gut warm zwischen die balligen Walzen gebracht wird, so muß sich nach dem obigen, die richtigen Reibungs- und Kohäsionsverhältnisse vorausgesetzt, eine Höhlung bilden, ohne daß irgend ein Werkzeug innen thätig gewesen ist.*)



854 u. 855. Sharp & Billings Verfahren zur Herstellung von Rohren.

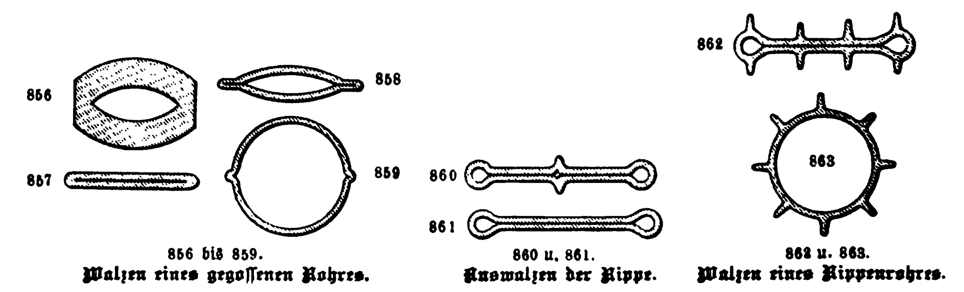
Die so gebildeten Höhlungen sind naturgemäß innen rauh, denn sie haben sich frei gebildet, und es müßte eine außerordentliche Gleichmäßigkeit des Materials und ein glasartiger Fluß dazu gehören, um die Wandung innen glatt zu erhalten. Das Rohr wird daher über einen Dorn geschoben, und zwar zweckmäßigerweise gleich während des Rollvorganges. Da nun die Gewalt, mit welcher das frisch gebildete Rohr vorgeschoben wird, außerordentlich groß ist, so kann man sie benutzen, um die rohrbildende Wirkung des Rollwalzwerkes durch einen Spitzdorn zu unterstützen. Dieser wirkt dann gleichzeitig auf einen gleichförmigen inneren Durchmesser, sowie auf die erforderliche Glätte des Inneren.

Die so erhaltenen starkwandigen Rohre werden dann, wie die anderen Verfahren entstammenden, gezogen.

*) Über die weitere Ausbildung dieses Verfahrens vergl. „Prometheus", 1893.

Das ziehen ist indessen kostspielig, braucht Kraft und Zeit. Die Gebr. Mannesmann haben daher ein Zwischenverfahren eingeschaltet, welches die rohen dickwandigen Rohre irgend eines Verfahrens schnell längt und das erste ziehen ersetzt. Es ist dies der uns schon bekannte Pilgerschritt, welchen wir bereits in dem Kapitel „Walzwerk", S. 60, besprochen haben.

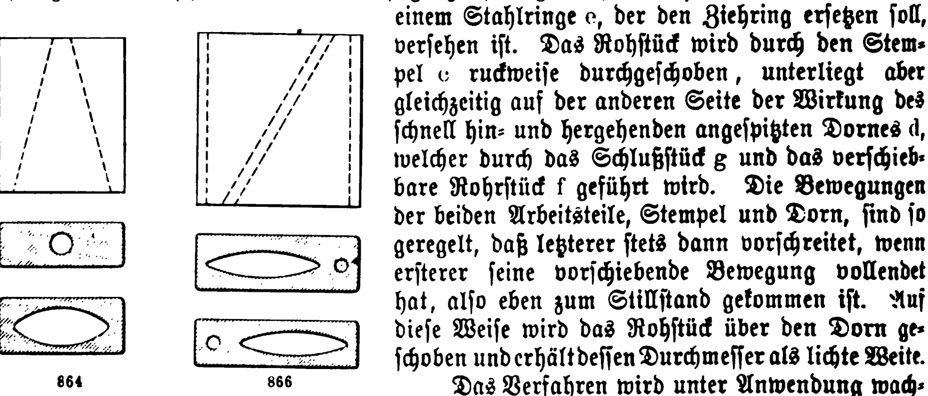
Das Mannesmannverfahren hat sich auch für Kupfer, Messing, Aluminium u. s. w. bewährt, welche ersteren Metalle in dem Röhrenwalzwerk von Heckmann zu Duisburg



856 bis 859. Walzen eines gegossenen Rohres. 860 u. 861. Auswalzen der Rippe. 862 u. 863. Walzen eines Rippenrohres.

namentlich zu Sieberöhren verarbeitet werden. Es hat auf diese Weise der früheren Lochungsarbeit (Abb. 847), welche auch für Blei u. s. w. verwendet wurde, bedeutende Konkurrenz gemacht.

Hieran schließt sich als neuestes auf diesem Gebiet das Verfahren von Sharp & Billing in Birmingham*), bei welchem das ziehen der Abb. 850 durch drücken ersetzt worden ist. Der warme Block a (Abb. 854 u. 855), welcher auch wohl schon hohl angefertigt worden ist, wird in eine kräftige Hülse b gebracht, welche an einem Ende mit einem Stahlringe e, der den Ziehring ersetzen soll, versehen ist. Das Rohstück wird durch den Stempel c ruckweise durchgeschoben, unterliegt aber gleichzeitig auf der anderen Seite der Wirkung des schnell hin- und hergehenden angespitzten Dornes d, welcher durch das Schlußstück g und das verschiebbare Rohrstück f geführt wird. Die Bewegungen der beiden Arbeitsteile, Stempel und Dorn, sind so geregelt, daß letzterer stets dann vorschreitet, wenn ersterer seine vorschiebende Bewegung vollendet hat, also eben zum Stillstand gekommen ist. Auf diese Weise wird das Rohstück über den Dorn geschoben und erhält dessen Durchmesser als lichte Weite. Das Verfahren wird unter Anwendung wachsender Durchmesser öfters wiederholt, bis das übliche kaltziehen folgen kann.



864 bis 866. Herstellung konischer Rohre.

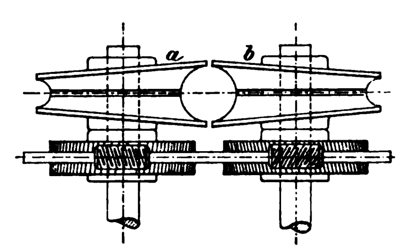
Ein anderes Verfahren zur Vorbildung der Rohre ist zuerst von Muntz**), dem Erfinder des Muntzmetalles, mit letzterem durchgeführt worden.

Muntz goß einen hohlen Block von dem in Abb. 856 angegebenen Querschnitt, der sauber gereinigt, warm mit Kalkmilch ausgewaschen und dann flach ausgewalzt wurde (Abb. 857). Die dabei verwalzte Höhlung wurde dann aufgeweitet (Abb. 858), so daß die Spitze eines Dornes eingeführt werden konnte, über welchem schließlich das Rohr (Abb. 859)

*) „Stahl und Eisen", 1899.
**) „Stahl und Eisen", 1899, nach einem Vortrage des Direktor Bock, Oberhausen.

gewalzt wurde. Es entstand so ein Rohr mit zwei niedrigen längslaufenden Rippen. Diese Rippen sollten wiederum verwalzt werden, wodurch glatte Rohre erhalten werden sollten. Inwieweit dies mit dem freilich außerordentlich dehnbaren Metall durchgeführt sein mag, ist nicht berichtet worden. Eisen hat Muntz jedenfalls nicht in dem geschilderten Sinne verarbeitet.

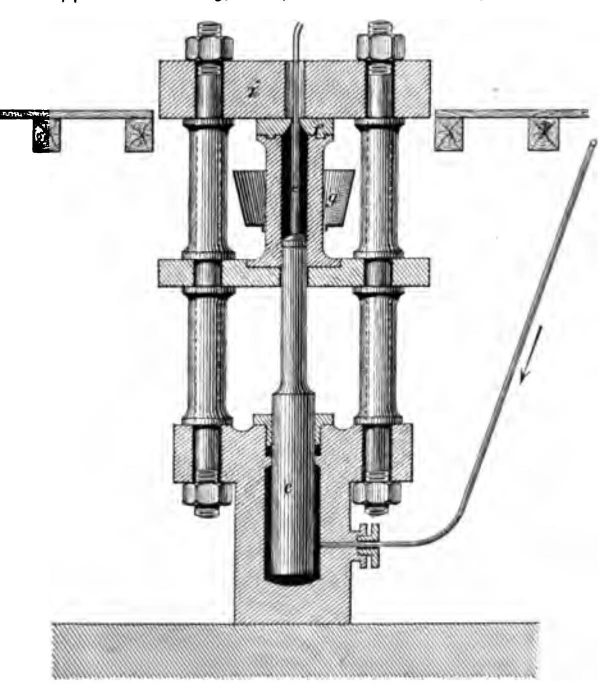
Laval, der Erfinder der Dampfturbine, beseitigte neuerdings diese offenbare Schwierigkeit dadurch, daß er das aufgetriebene Rohr senkrecht zur ersten Walzlage zusammenlegte (Abb. 860), so daß die Rippe leicht niedergedrückt werden kann, wie in Abb. 861 dargestellt. Das Rohr wurde dann aufgeweitet und über einem Dorn ausgewalzt.



867. Expansionsziehreifen. (Zu S. 314.)

Werden die zum flachwalzen der Hohlgußstücke verwendeten Walzen mit Eindrehungen versehen, so entstehen Rippen am Walzstück (Abb. 862). Durch aufdornen erhält man nach Garnier ein Rippenrohr, welches als Heizrohr verwendet werden soll. Die Höhlungen rechts und links werden event. durch Einlagen von Rundeisen vor dem walzen hervorgebracht.

Während über die letztgenannten (Rippen-) Rohre noch keine Erfahrungen vorliegen, hat sich neuerdings das System der in der Abb. 859 dargestellten Rohre*) namentlich für Leitungsrohre recht gut bewährt, und zwar unter Beibehaltung der beiden Seitenrippen. Dieselben beschweren die Rohre unter gewöhnlichen Umständen höchstens um 8 %, während die Widerstandskraft gegen inneren Druck bei nahtlosen Rohren gegenüber geschweißten ganz wesentlich höher gesetzt werden darf, namentlich wo es sich um weitere Rohre handelt, und dabei die Steifigkeit ganz außerordentlich zunimmt. Die Rippen kommen daher der freien Baulänge zu gute, da sie die Durchbiegung erheblich verringern. Sie können in ungeteilten Längen bis zu 20 m verwendet werden und ersparen so mindestens die Hälfte an Flantschenverbindungen.



868. Rohrpresse. (Zu S. 314.)

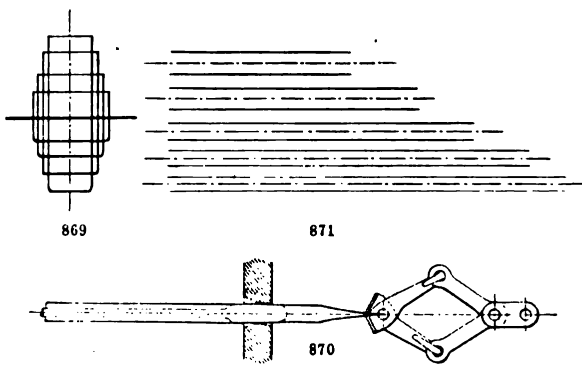
Aber auch konische nahtlose Rohre lassen sich nach der von Muntz geschaffenen Grundlage herstellen. Die in der letzten Anmerkung genannten Röhrenwalzwerke gießen zunächst ein mit einer konischen Öffnung (Abb. 864) versehenes Rohstück, welches zu einem langen flachen, mit Spalthöhlung versehenen Stück (Abb. 865) ausgewalzt wird. Von diesem wird das schraffiert angegebene Material abgeschnitten. Diesen Abfall kann man wesentlich dadurch vermeiden, daß man dem Rohstück (Abb. 866) gleich zwei sich ergänzende Höhlungen gibt, in welchem Fall man nur noch die Enden zu beschneiden hat.

*) Kontinentale Röhren- und Mastenwalzwerke Heidmann, Itschert & Co. in Oberhausen.

Zum dornen solcher konischen Rohre, welche eine sehr günstige Verwendung zu Masten für elektrische Leitungen und ähnliche Zwecke finden, wird eine in der Abb. 867 angegebene Vorrichtung benutzt, welche man Expansionszieheisen nennen kann. Dieselbe besteht aus zwei, je aus zwei symmetrischen Scheiben zusammengesetzten mit sich verjüngender Rille versehenen Rollen a u. b, welche sich, durch Schnecken getrieben, langsam der Konizität entsprechend drehen, während der konische Dorn in gleicher Weise zurückgezogen wird.

Diese konischen Rohre werden mit Vorliebe zu Masten verwendet, für welche die heutige elektrische Kraftleitung außerordentlich viel Bedarf hat. — Auch nach dem Mannesmannverfahren lassen sich Rohre für solche Zwecke aus einem Stück herstellen, die sich stufenweise verjüngen. Sonst werden einfach die Rohre ineinandergesteckt unter Hinzufügung eines kurzen Rohrendes von der Länge des Einschusses, welches die ziemlich große Differenz der Rohrdurchmesser auszugleichen hat. Dabei wird das weitere Rohr warm übergestreift, so daß es sich beim erkalten festzieht.

Bei weichem Material, wie Blei, führt auch das pressen zum Ziel. Das Blei wird in einen Cylinder (Abb. 868) gegossen, welcher unten durch einen Kolben c verschlossen ist, der mit Hilfe des Kolbens b hydraulisch bethätigt wird. Der Cylinder d ist oben durch ein Mundstück f abgeschlossen, welches sich gegen das Bruststück i legt und mit diesem durch kräftige Zugstangen mit dem hydraulischen Cylinder verbunden ist; durch dieses Mundstück wird das gewaltsam emporgetriebene erstarrte Blei gepreßt und bildet zunächst — der bisherigen Beschreibung nach — einen massiven Strang. Ist jedoch, wie in der Abbildung gezeichnet, mit dem Kolben c noch ein Dorn e verbunden, so findet das Blei nur einen ringförmigen Ausfluß vor und bildet sich so zu einem Rohr aus. Die Erfahrung lehrt, daß sich das Blei am besten pressen läßt, wenn es einigermaßen angewärmt ist, ohne bis zum Schmelzpunkt erhitzt zu sein. Man umgibt daher den Bleicylinder d mit einem Kohlenbecken g, welches für Erhaltung der erforderlichen Temperatur sorgt.



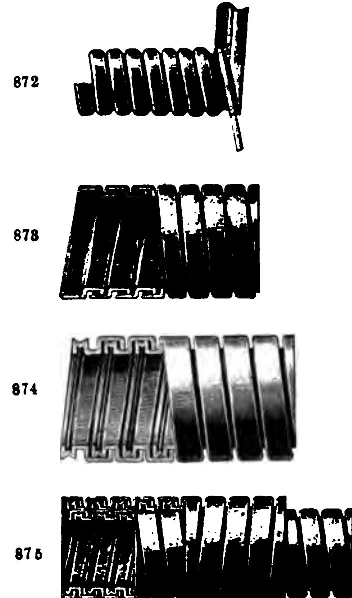
869 bis 871. Rohrbildung durch topfen und ziehen.

Auf diese Weise werden neuerdings — Verfahren von Dick („Prometheus“, 1899, S. 15) — auch Rohre aus anderen Metallen, namentlich Kupferlegierungen, hergestellt, wobei eine Temperatur von 500—600° eingehalten wird. Auch Stäbe mit irgend welchem profilierten Querschnitt werden auf diese Weise — nach Weglassung des Dornes — erzeugt.

Während die bisher beschriebenen Verfahren der Erzeugung nahtloser Rohre den Rohblock zu Grunde legten, hat man zwischendurch auch ein Verfahren ausgebildet, welches nahtlose Rohre aus Blech liefert. Es klingt dies ebenso wunderbar, wie die Angabe, daß man Rohre ohne Dorn hohl walzen könne, und geht doch sehr einfach zu. Das Verfahren lehnt sich an das topfen an, welcher Vorgang in dem Kapitel „Blech“ eingehend geschildert worden ist. Man fertigt also einfach, immer weiter vorschreitend, einen recht tiefen und engen Topf (Abb. 869), schneidet den Boden ab und erhält so ein Rohr, nahtlos aus Blech gebildet. Die diesem Verfahren eigentümliche Materialverschiebung ist glücklicherweise durchaus günstig. Denn die Verschiebung findet in der Weise statt, daß die Wandstärke, wenn richtig gearbeitet worden ist, überall dieselbe wird, da dem zusammendrängen des Stoffes von den Seiten her — der große Umfang der Scheibe wird zu dem sehr kleinen des Rohres — die Streckung zur Seite steht, welcher es unterworfen wird, indem der kleine Radius der Scheibe zur großen Länge des Rohres auswächst.

Dem topfen, welches sich nur bis zu einer gewissen Grenze fortsetzen läßt, die in der Abb. 869 annähernd wiedergegeben ist, folgt nun unter zeitweisem ausglühen das ziehen auf der Ziehbank (Abb. 836) in der üblichen Weise (Abb. 870 u. 871), so daß man am fertigen Rohr nicht erkennen kann, welchem Verfahren es entsprossen ist.

Während dem Begriff „Rohr“ die starre Unbiegsamkeit anhaftet, ist mit dem Wort „Schlauch“ eng die Biegsamkeit verknüpft. Das Material eines Schlauches muß also weich sein, und das Wort „Metallschlauch“ erscheint daher unverständlich. Dennoch ist es unserer rastlos voranschreitenden Industrie gelungen, diesem Wort eine reelle Grundlage zu geben und aus dem starren Metall biegsame Schläuche zu bilden, welche also als Zwischenstufe von Rohr und Schlauch anzusehen sind. Solche „biegsamen Metallschläuche“ werden aus ~ förmig gezogenen Metallstreifen unter Einlage eines dichtenden Streifens aufgewunden, wie in der Abb. 872 dargestellt ist. Abb. 873 zeigt einen Schlauch mit eckigem z Streifen und einer Einlage und Abb. 874 einen solchen mit zwei dichtenden Streifen. Letztere bestehen, je nach der beabsichtigten Verwendung, aus Asbest — für hohe Temperaturen und scharfe Flüssigkeiten — oder Gummi, so daß man also einerseits Dampf, heißes Wasser, benzinartige Flüssigkeiten, Öle, Laugen u. s. w. leiten und andererseits leicht bewegliche Rohrleitungen für Luft und andere neutrale Gase, kaltes Wasser, Sprach- und Hörleitungen u s. w. aus Metall herstellen kann. Für hohe Drucke oder große sonstige Beanspruchung windet man ein zweites Rohr (Abb. 875) darüber und erhält so einen überaus widerstandsfähigen Doppelschlauch. — Die Schläuche dieser Art sind noch besonders da am Platze, wo sie leicht äußeren Beschädigungen ausgesetzt sind, wie z. B. bei den Schlauchkuppelungen der Eisenbahnwagen. Der Fabrikationsort für diese interessante Neuheit ist Pforzheim.

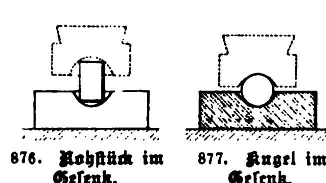


872 bis 875. Biegsame Metallschläuche.

Einer Neuerung mag hier noch Erwähnung gethan werden, wennschon sie nicht in das Gebiet der Metallbearbeitung gehört, aber doch in das der Rohre fällt, es sind das die aus Papiermasse gefertigten Gasrohre. Ist doch das Papier schon vielfach in Konkurrenz mit den Metallen getreten, wie die aus diesem Stoff gefertigten Häuser, Bedachungen, ja selbst Öfen u. s. w. beweisen. Die Herstellung geschieht durch aufwinden von widerstandsfähigen starken Papierstreifen auf einen Dorn (vergl. Abb. 840) und tränken des abgezogenen Rohres in Asphalt. Die so gebildeten Rohre sind außerordentlich dicht gegen Gase und Flüssigkeiten — soweit sie den Asphalt nicht angreifen — besitzen eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Druck von außen, eine gewisse oft erwünschte Nachgiebigkeit gegen biegen, und isolieren gegen Elektrizität.

Kugeln.

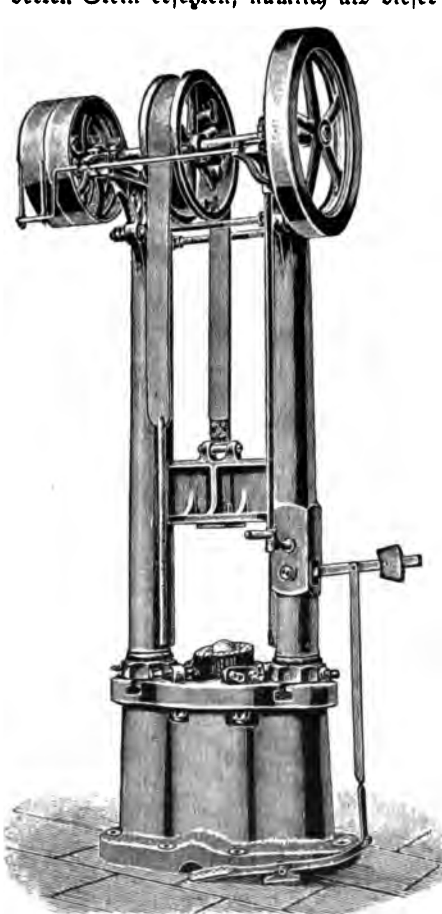
Die Kugeln finden hauptsächlich dreierlei Verwendung: Als Wurfwaffe, als Zierat und als Rolle. Letztere entstammt der allerjüngsten Zeit, während der rundliche Stein, der Urvater der Kugel, jener Zeit angehört, da der Mensch in seiner allerersten Stufe sich vom Tiere abhob. Hat die Natur verschiedenen Tieren die Fähigkeit gegeben, dem Feinde ätzenden Saft aus dem eigenen Körper entgegenzuschleudern, und so die Fernwirkung bei der Verteidigung eingeimpft — auch das ausstrahlen übler Gerüche zur Verteidigung gehört hierher — so ist es nur als eine Vervollkommnung dieses Triebes anzusehen, wenn der Affe mit Früchten oder Zweigstücken wirft. — Aber viele Jahrtausende hat es gewährt, ehe der Mensch regelrechte Kugeln für diesen Zweck schuf, welche den geschleuderten Stein ersetzten, nämlich als dieser nicht mehr genügte, um genau zu treffen. Denn erst die Donnerbüchse verlangte für die Kugel eine regelrechte Form, nachdem das Blasrohr und die Armbrust die Bolzengestalt zur Ausbildung hatten gelangen lassen.



876. Rohstück im Gesenk. 877. Kugel im Gesenk.

Das ursprüngliche Material, der Stein, hat sich noch lange erhalten. Während schmiedeeiserne Kugeln, in Apfelgröße, bereits in der letzten Hälfte des 14. Jahrhunderts auftraten*) — auch solche von Blei waren damals gebräuchlich — haben sich die Steinkugeln bis zum 16. Jahrhundert gehalten, eine Zeit hindurch sogar mit Blei ausgegossen.

Die Kugel als Geschoß ist, dem immer wieder zu beobachtenden Gesetz vom Kreislauf folgend, zum größten Teil wieder in die Bolzenform, als Langgeschoß der heutigen Feuerwaffen, zurückgegangen. Statt dessen hat sich in der Technik ein Bedarf an eisernen Kugeln als Fallkörper zum zerkleinern von Kohle u. a. herausgestellt, welche diesen Ausfall, wenn auch in nur verhältnismäßig geringem Maße, decken. Außerdem hat die Verwendung der Kugel einen mächtigen Aufschwung genommen, seitdem sie im Maschinenbau an die Stelle der uralten Rolle oder Walze als Rollkörper getreten ist.



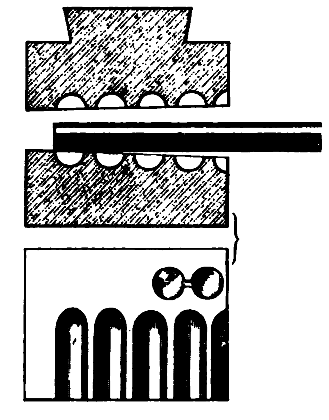
878. Fallhammer zum Kugelschlagen.

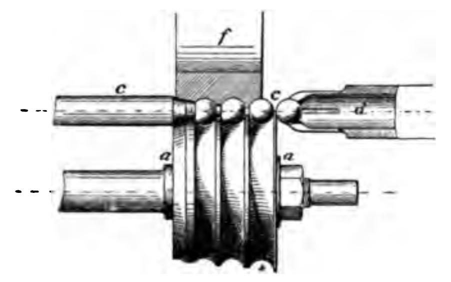
Über die Bedeutung und Verwendung der Walze zur Verminderung der Reibung, welche schon den alten Ägyptern in ausgiebigem Maße bekannt war, hat Reuleaux in dem Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1898 eingehende geschichtliche Mitteilungen gemacht, die sich bis auf die neueste Zeit erstrecken. — Mit den wesentlich erhöhten Ansprüchen, welche heute an die Leichtläufigkeit der Lager gestellt werden, ist auch das Erfordernis gestiegen, die Kugeln nicht nur genau rund, sondern auch zu mehreren

*) Siehe Beck: „Die Schußwaffen und der Einfluß der Erfindung des Schießpulvers auf die Eisenindustrie" (Am Ende des ersten Bandes).

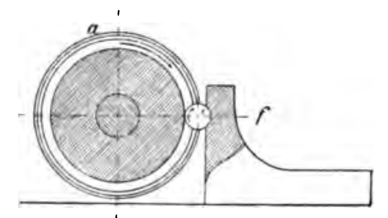
gleich groß zu fertigen, und hieraus hat sich neuerdings ein besonderer Fabrikationszweig gebildet, welcher sich an Feinheit der Einrichtungen und Sorgfalt der Arbeit an die Seite der vollkommensten Feintechnik der Jetztzeit stellen kann.

Im allgemeinen führen fünf Wege zur Herstellung metallener Kugeln: schmieden, gießen, pressen, drehen und fräsen. Die älteste Art der Herstellung scheint das schmieden gewesen zu sein. Gußeisen hat man zu jener Zeit, als sich der Bedarf an Kugeln einstellte, noch nicht genügend gekannt, und zu Bleikugeln, deren Herstellung auf diesem Wege allerdings verhältnismäßig leicht gewesen wäre, lag noch kein Bedarf vor. Man goß später Steinkugeln mit Blei aus, um sie schwerer zu machen, und gab auch Bleikugeln einen eisernen Kern, um ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen. Das schmieden aber erfordert am wenigsten Geräte, und so spielte zunächst die geschmiedete Eisenkugel die Hauptrolle. Der Lieferant der Kugeln war daher noch im 16. Jahrhundert der Schmiedemeister. Ein solcher, Henry Jamotte, erhielt im Jahre 1566 von der Stadt Mecheln einen Auftrag, 5000 Kugeln von 5, $3^1/_2$ und $1^1/_2$ Pfund zu liefern. Und auch heute noch werden die größeren Kugeln bis zu etwa 50 mm herunter, auf diesem Wege hergestellt, wennschon die Einrichtungen selbstredend vollkommener geworden sind. An die Stelle der von der Hand geführten Gesenke ist


879. Rillengesenk.



880. Kugelnfräsen. (Zu S. 318.)



881. Kugelnfräsen-Gegenhalter. (Zu S. 318.)

das Amboß- und das Hammergesenk getreten und an die des wenn auch noch so wuchtigen, so doch immer noch nicht zureichenden Zuschlaghammers der Fallbär.

Das hierzu erforderliche Rohstück ist einfach ein kurzes Stück Quadrat- oder Rundeisen, welches etwas länger als die Dicke abgehauen wird und hochkant in das Gesenk (Abb. 876*) gestellt wird. Nach einigen Schlägen ist es auf die richtige Höhe zusammengestaucht, worauf es unter fortwährendem drehen die Rundung (Abb. 877) erhält. Um dies zu ermöglichen, sind die Gesenke so flach gehalten, daß sie, das Schmiedestück einschließend, noch Raum genug für eine Zange lassen, mit welcher das Stück nach jedem Schlag etwas gedreht und event. während des Schlages festgehalten werden kann.


882. Kugelstab in der Drehbank. (Zu S. 318.)

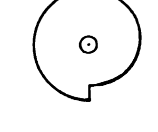

883. Drehstahl für Kugeln. (Zu S. 318.)

Abb. 878 zeigt einen Fallhammer, unter welchem Kugeln in dieser Weise geschmiedet werden.

Für kleinere Kugeln hat man nach einem patentierten Verfahren ein Rillengesenk, in welches die warme Eisenstange geschlagen wird. Dasselbe packt (Abb. 879) hinten früher als vorn, so daß vorn vor- und hinten

*) Siehe auch: Haedicke, „Das Fahrrad", „Stahl u. Eisen", 1897, sowie „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes" 1898.

nachgearbeitet werden kann. Neben den **Rillen** befinden sich noch zwei Schlichtgesenke, in denen die Kugeln ihre genaueste Rohform erhalten.

Früher ging man mit dem schmieden der Kugeln, wie oben bemerkt, nur bis zu etwa 5 cm herunter, während man heute bereits bis zu etwa 12 mm warm zu arbeiten imstande ist.



884. Kugeldrehbank.

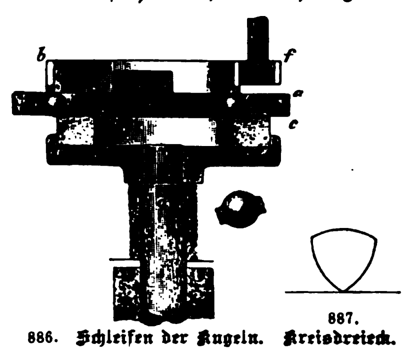
Kleinere Kugeln werden auch wohl kalt zurechtgestaucht, in der Regel aber, und bei bester Ware durchweg, aus dem Stab gefräst oder gedreht.

Das fräsen wird in ähnlicher Folge ausgeführt, wie das schmieden: Der Fräser a nimmt (Abb. 880) zuerst wenig fort, deutet also nur die Kugel an. Dann gehen Fräser a und Gegenhalter f (Abb. 881) etwas auseinander, das Drehstück e schiebt sich um das entsprechende Stück, die Teilung, vor, und die Bearbeitung findet etwas weiter statt u. s. w., bis das Stück an der letzten Stelle so weit fertig gefräst ist, daß es abgestochen werden kann. Dies geschieht durch den Rand c der letzten Hohlkehle, und zwar nachdem die nunmehrige Kugel in einen federnden und mitumlaufenden Kopf d geschoben worden ist, welcher sie für diesen Vorgang festhält. Der nächste Vorschub drängt die fertige Kugel in das Rohr, aus welchem sie in den zugehörigen Behälter fällt.

885. Walzwerk zur Erzeugung von Drehkörpern.

Im Gegensatz hierzu hat man die Arbeit auch in einfachster Weise auf einer gewöhnlichen Drehbank mit Hohlspindel ausgeführt, und zwar ganz ohne Formstahl (Abb. 882), so daß die Drehkörper nur roh vorgearbeitet werden. Die weitere Formgebung wird den Schleifmaschinen überlassen, von denen weiter unten die Rede sein wird. Die Deutsche Gußstahl-Kugelfabrik Aktiengesellschaft zu Schweinfurt, gegründet von Friedrich Fischer, dem Sohn des Fahrraderfinders Philipp Moritz Fischer, verwendet Formstähle, durch welche dem Drehstück möglichst genau sofort die richtige Form gegeben wird. Diese Stähle haben Scheibenform (Abb. 883), so daß die richtige Kreisfigur durch das nachschleifen des Stahles nicht geändert wird, und sind selbstredend in einen Stahlhalter gespannt. Der möglichst genau passend gewählte Draht gelangt durch eine an Stelle des

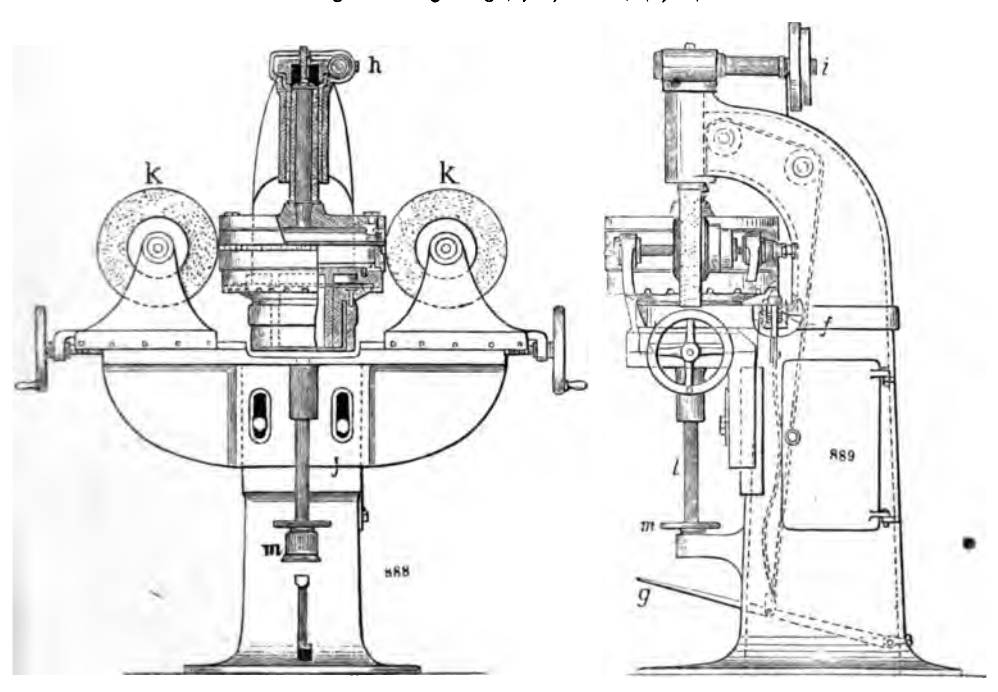
Reitstockes der hierfür eigens gebauten Drehbank (Abb. 884) vor den Schneidkopf und rückt nach jedesmaligem fertigdrehen selbstthätig um eine Teilung vor. Da die Stücke nicht ganz abgetrennt werden, so entsteht wieder ein aus aneinanderhängenden Kugeln gebildeter Stab, von welchem die Rohkugeln mittels einer einfachen Schervorrichtung abgetrennt werden. — Solcher Bänke, von denen jede 600 Kugeln in der Stunde liefert, steht eine große Zahl in einem großen Saale zusammen, so daß täglich ungeheuere Mengen Kugeln geliefert werden können.



886. Schleifen der Kugeln. 887. Kreisdreieck.

Neuerdings hat man auch versucht, Kugeln zu walzen. Ein solches Walzwerk (Abb. 885) besteht aus drei Walzen mit je einem schraubengangförmig verlaufenden Kaliber, dessen Steigung vom Ein- bis zum Austrittsende stetig zunimmt und dessen Tiefe einem stets gleichbleibenden Querschnittsinhalt des Walzkörpers a entspricht. Infolgedessen nimmt der zwischen den Schraubengängen stehende Grat nach dem Austrittsende hin an Höhe zu. Der zwischen die drei Walzen eingeführte Stab wird demnach allmählich durchgewalzt und dabei in dem Endkaliber entsprechende Kugeln umgewandelt.

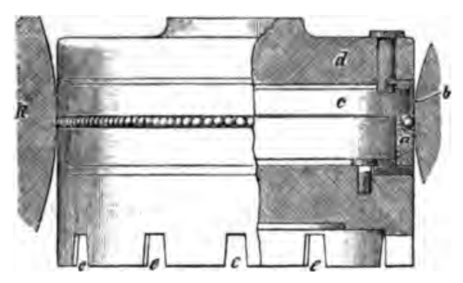
Die weitere Bearbeitung der Kugeln geschieht durch schleifen.



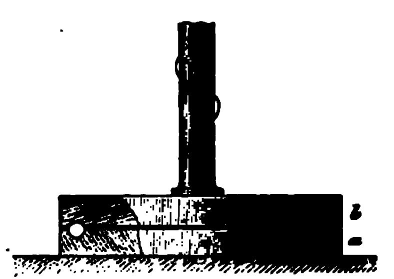
888 u. 889. Kugelschleifmaschine. Vorderansicht und Seitenansicht. (Zu S. 320.)

Die hierzu gebräuchlichen Vorrichtungen sind recht verschieden. Abb. 886 zeigt die Anordnung der Hauptteile einer Vorschleifmaschine. Die Kugeln gelangen in eine kreisförmige Rinne der entsprechend zusammengesetzten Scheibe a von V-förmigem Querschnitt, aus welcher sie unten etwas vorragen und naturgemäß vorzugsweise die vorspringenden Ecken der darunter befindlichen Schmirgelscheibe c darbieten. Diese ist ringförmig gestaltet und exzentrisch so gelagert, daß sie je bei einer Umdrehung ihrer ganzen Breite nach zur Wirkung gelangt, also sich ganz gleichmäßig abnutzt und stets möglichst eben

bleibt. Zum niederhalten der Kugeln dient eine ebenfalls sich drehende Deckplatte b, welche außen mit Verzahnung versehen ist und ihren Antrieb durch ein Zahnrad f erhält. Die Deckplatte sorgt durch ihre Drehung dafür, daß die Kugeln in der Rinne wandern und sich dabei drehen; diese Drehbewegung wird unterstützt durch die Wirkung der Schleifscheibe, welche, auf der Welle d mit Hilfe der Randscheibe g gelagert, von unten her nur leicht gegen die Kugeln gestellt wird. Die Entfernung derselben von der Deckscheibe be-



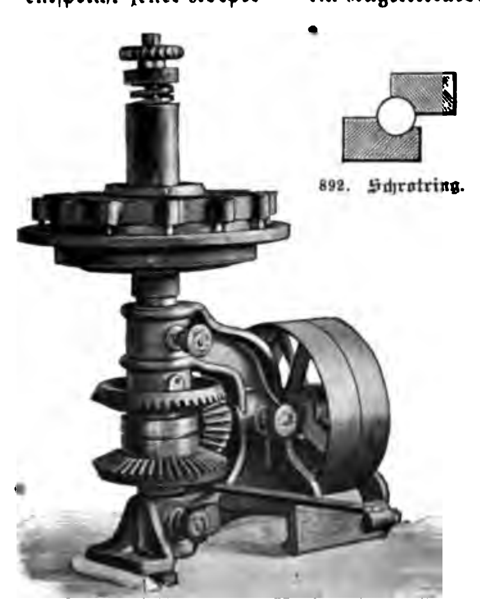
890. Schleifkopf.



891. Polierapparat.

stimmt der Durchmesser der Kugeln. Indessen erhält man auf diese Weise Körper, welche zwar überall den gleichen Durchmesser haben, aber dennoch keine Kugeln zu sein brauchen. Abb. 887 zeigt eine ebene Figur, welche ebenfalls überall denselben Durchmesser aufweist und dennoch kein Kreis ist; es ist das bekannte Kreisdreieck. Dieser ebenen Figur entspricht jener Körper — ein Kugeltetraeder — welcher alle Bedingungen erfüllt, welche die Maschine an ihre Erzeugnisse stellt, und dennoch zu dem beabsichtigten Zweck unbrauchbar ist. Er wird indessen leicht aufgefunden. Die Kugeln gelangen nämlich nunmehr in einen flachen Kasten, dessen Boden sie eben bedecken, und unterliegen hier einer kurzen aber scharfen Besichtigung. Die dreieckigen Stücke werden sehr schnell an dem Reflex erkannt und mit Hilfe eines Magneten herausgehoben.

892. Schrotring.



893. Schrotmühle.

Eine andere Schleifmaschine ist in den Abb. 888 u. 889 dargestellt. Die Kugeln liegen hier (Abb. 890) auf der Eindrehung eines Ringes a, zurückgehalten durch einen zugeschärften Stahlring b, wobei sie ihre Rundung seitlich herauskehren, dieselbe einem der doppelt angeordneten Schleifsteine k darbietend. Der ganze Bau, den wir Kugelträger nennen wollen, dreht sich langsam zwischen den schnellaufenden Schleifsteinen herum. Um den Kugeln für sich noch eine Drehung zu geben, ist auch die dieselbe belastende Deckscheibe d drehbar angeordnet, angetrieben durch die Riemenscheibe i (Abb. 889) und die Schnecke h (Abb. 888). Diese Deckscheibe ist mit Hilfe des Trittes g (Abb. 889) und eines punktiert angegebenen Schnurlaufes zum abheben eingerichtet, so daß man leicht zu den Kugeln gelangen kann. Auch läßt sich der ganze Kopf mit Hilfe des Handrades m und der Welle l heben und in der Drehrichtung versetzen, wozu die in den angegebenen 3 Figuren erkennbaren Klinkungen dienen.

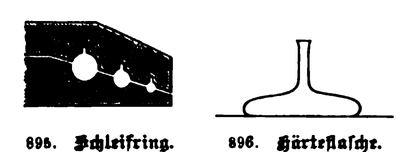
Zum fertigschleifen oder polieren dient häufig ein in der Abb. 891 dargestellter Apparat, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden und mit zu einander passenden halb-



894. Arbeitssaal für Kugelschluten der deutschen Gußstahlkugelfabrik in Schweinfurt.

kreisförmigen Rillen versehenen Scheiben, von denen die untere festliegt, während die obere kreist. Die in der Rinne befindlichen Kugeln sind mit feinstem Schmirgel und Fett versehen und erhalten durch die kreisende und sich leicht auflegende Scheibe eine doppelte Drehbewegung, wodurch die vollkommene Rundung sicher gestellt wird.

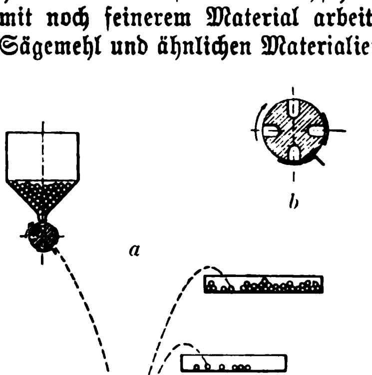
In etwas anderer Weise verfährt die obengenannte Gußstahlkugelfabrik in Schweinfurt. Die — wie oben beschrieben, von der Drehbank gelieferten — Kugeln kommen zunächst in die sogenannte Schrotmühle, welche dem eigentlichen schleifen vorarbeitet. Die Kugeln gelangen zwischen zwei in der Abb. 892 im Querschnitt dargestellte, stählerne, aus 8—12 Teilen zusammengesetzte Ringe, welche innen durch eine Art Feilenhieb gerauht sind. Dieselben werden durch Klammern, wie aus der Abb. 893 zu ersehen, festgehalten und gestatten so eine bequeme Auswechselung behufs der ab und zu erforderlichen Schärfung. Diese Schrotmühlen, welche in der genannten Fabrik einen großen Saal (Abb. 894) ausfüllen, liefern in 25 Minuten je einen Satz von 100—110 Stück in bereits gut runder aber noch nicht genügend glatter Form.



895. Schleifring. 896. Härteflasche.

Nach sorgfältiger Besichtigung und Ausscheidung aller fehlerhaften Stücke gelangen die Kugeln nunmehr in den Vorschleifapparat. Derselbe ist ganz ähnlich wie die Schrotmühle gebaut, besitzt aber gußeiserne Ringe mit drei eingedrehten Rillen (Abb. 895), so daß mehrere Größen zu gleicher Zeit behandelt werden können. In diesen Rillen laufen die Kugeln mit etwas Fett und feinstem Schmirgel. Dem vorschleifen folgt das härten und diesem das nachschleifen. Hierzu wird derselbe Apparat gebraucht, nur mit noch feinerem Material arbeitend. Dann gelangen die Kugeln mit Wiener Kalk, Sägemehl und ähnlichen Materialien in die Trommel, welche ihnen die letzte Politur und den äußersten Glanz gibt.

Das härten geschieht in Amerika in gußeisernen, mit einem engen Hals versehenen Flaschen (Abb. 896), in welchen die Kugeln eben nur den Boden bedecken. Die Flaschen stehen zu mehreren — 3 bis 5 — in einem Ofen, der ihnen mit ihrem Inhalt eine mäßige, der Natur des Stahles entsprechende Glut erteilt, mit welcher sie in Fett entleert werden.



897. Kugelprobe.

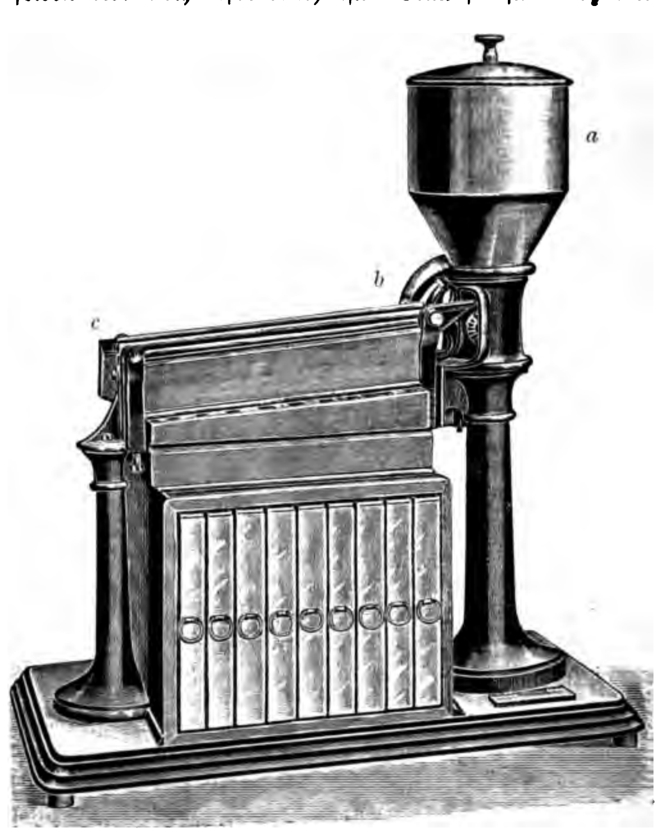
Die mehrgenannte Kugelfabrik in Schweinfurt verwendet diese Flaschen, welche die Feuerführung erleichtern und die Verzunderung verhindern sollen, nicht. Die Kugeln liegen dort unmittelbar auf der Herdsohle und werden von dem Arbeiter, welcher die Glut genau beobachtet, rechtzeitig mit Hilfe eines rechenartigen Instruments in das Härtebad befördert.

Die Ansichten über die Kugeln zu erteilende Härte sind sehr verschieden. Manche wünschen dieselbe sehr groß, während andere mehr eine milde Härte anstreben. — Um die Kugeln nach ihrer Härte zu scheiden und gleichzeitig die fehlerhaften — zu harten und zu weichen — abzutrennen, wendet man verschiedene Verfahren an. Ist die Fabrik des gleichartigen Materials durchaus sicher, so genügen Stichproben, um weiche Gruppen von harten auszuscheiden, der Annahme entsprechend, daß die Kugeln bei gleichartigem Material und bei gleichartiger Behandlung auch gleichartig ausfallen müssen. Diese Proben werden unter einem kleinen Fallhammer vorgenommen, mit gut gehärteten Bahnen, wobei das Verhalten der Kugeln bei verschiedenen Fallhöhen beobachtet wird. Zu weiche Kugeln zeigen Schlagflächen, zu harte oder die durch falsche Behandlung zu spröde gewordenen zerspringen.

Eine recht sinnreiche Vorrichtung zum trennen der fertigen Kugeln nach den verschiedenen Härtestufen ist in der Abb. 897 in ihren Grundzügen dargestellt. Die in dem Gefäß a befindlichen Kugeln gelangen mit Hilfe einer am Boden desselben angebrachten Speisevorrichtung, welche in b besonders gezeichnet ist, einzeln ins Freie und fallen auf den glasharten Boden, der sie je nach ihrer Härte mehr oder weniger hoch emporwirft. In verschiedenen Höhen aufgestellte Gefäße, c, d, e, fangen sie dann auf, also daß das obere Gefäß alle harten und das untere Gefäß alle weichen u. s. w. aufnimmt.

Den Schluß der Herstellungsfolgen bildet der Meßapparat, welcher die Kugeln nach ihrer Größe trennt, soweit dies noch erforderlich ist. Denn sie sind trotz aller Vorsicht und aller Messungen immer noch nicht so genau gleich, wie es ihre Verwendung in den meisten Fällen erfordert.

Die Grundlage für derartige selbstthätig wirkende Scheidemaschinen ist eine etwas geneigte und sich nach unten erweiternde Rinne, auf welcher die Kugeln entlang rollen und durch welche naturgemäß die kleineren sehr bald, die größeren erst später fallen, so daß sie in verschiedene nebeneinander stehende Gefäße gelangen, genau nach ihrer Größe getrennt.



898. Kugelauslesemaschine.

Abb. 898 stellt die Kugelauslesemaschine von Wilhelm Hegenscheid in Ratibor dar. a ist das Gefäß, an dessen Boden sich eine ähnliche Auslaufvorrichtung befindet, wie wir sie in der Abb. 897b kennen gelernt haben, die also die Kugeln einzeln entläßt; b – c ist die geneigte und sich unten etwas erweiternde Rinne, welche hier aus zwei haarscharf geschliffenen stählernen Walzen besteht. Darunter stehen 9 Gefäße, Schiebladen, welche also 8 Abteilungen der Rinne entsprechen. Würde diese unten 0,8 mm weiter sein als oben, so würde der Unterschied der Rinnenweite je über zwei nebeneinander stehenden Gefäßen, von Mitte zu Mitte gerechnet, 0,1 mm betragen. Die Kugeln würden also nach zehntel Millimetern getrennt werden.

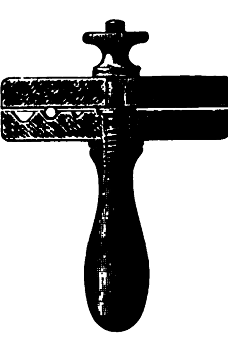
In Wirklichkeit sind die Unterschiede aber wesentlich geringer, da Kugeln mit 0,8 mm Unterschied unter den geschilderten Verhältnissen nicht zusammenkommen können.

Statt der Walzen wendet man auch sehr genau gerade geschliffene Lineale an, welche die Rinne bilden. Ferner befindet sich auch zuweilen — Schweinfurt — unter der Rinne eine schmale Stahlleiste, welche sich dauernd hebt und senkt, dabei die Kugeln jedesmal von ihrem Lager aufhebend, vorwärts bewegend und auf die Kanten der Rinne nieder-

senkend, wodurch die erforderliche Neigung der Rinne ermäßigt und die Sicherheit der richtigen Trennung erhöht wird.

Behufs des richtigen verpackens müssen die Kugeln nun noch gezählt werden. Es geschieht dies, wie bei den Münzen, durch wiegen oder aber durch eine Art Messung. Letztere erinnert an das abzählen der Nadeln, wo das Augenmaß, durch zählen geschult, dies durchaus zu ersetzen imstande ist. Hier aber wird das letztere wesentlich unterstützt durch folgende sehr einfache Anordnung: Die Kugeln werden in ein flaches Gefäß gethan, auf dessen Boden sich in regelmäßiger Verteilung und der Größe der Kugeln entsprechend, Vertiefungen befinden, welche die Kugeln zwingen, sich schön regelmäßig zu ordnen. Es genügt also ein rascher Blick, um dies zu übersehen, und ein leichtes schütteln, um die erforderliche Ordnung zu bewerkstelligen, worauf die überzähligen Kugeln entfernt werden. Auch hier bringen Gewohnheit und Übung erstaunliche Fertigkeiten zuwege.

Abb. 899 stellt einen von Friedrich Fischer in Schweinfurt konstruierten Kugeluntersuchungsapparat dar, welcher für den Käufer bestimmt ist. Er dient dazu, den guten Lauf, die Rundung der Kugeln zu untersuchen, und besteht aus einer mit einer Handhabe versehenen gußeisernen oder stählernen Platte, welche mehrere — hier zwei — Rillen von verschiedener Größe enthält, in welche die zu untersuchenden Kugeln gebracht werden. Die Oberplatte, welche eben gehalten ist, wird dann aufgesetzt und mit Hilfe einer Ränbelschraube sanft angezogen. Werden nunmehr die Platten gegeneinander gedreht, so kennzeichnet sich die gute Kugel durch ein sanftes rollen, während unrunde Kugeln sich sofort durch rauhes laufen bemerkbar machen.

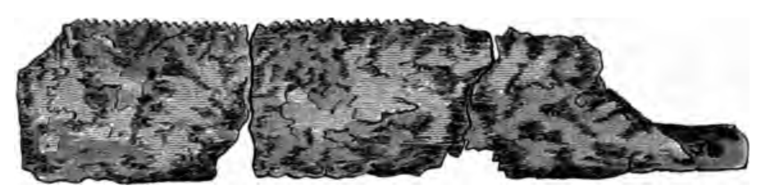

899. Kugelprüfer.

Die handelsüblichen Maße für die Kugeln werden nach englischen Zoll angegeben. Es ist dies noch ein alter Zopf, welcher uns mit den Fahrrädern eingeschleppt worden ist. Die ersten Kugelfabriken waren in Amerika und England, und der Handel war auf diese Weise gezwungen, mit ausländischem Maß zu arbeiten. Es werden daher auch feinere Zwischenstufen, als 32stel Zoll nur ausnahmsweise geliefert. Nach der von dem Referenten zuerst eingeführten Anordnung, zwischen je zwei Kugeln eine etwas kleinere zu legen, um die gleitende Reibung zwischen den Kugeln in rollende zu verwandeln, braucht man aber für die kleinen Kugellager, wie für Fahrräder und ähnliche Zwecke, weit feinere Unterschiede. Ferner ist heute der Konstrukteur, welcher mit Millimetern arbeitet, zu einem eigentümlichen Verfahren gezwungen: er zeichnet nach Millimetern, trägt dann die Kugel nach engl. Maß ein und bemißt danach die Schalen oder Lager wieder in Millimetern, die dann natürlich in den meisten Fällen in Bruchteilen ausfallen. In der Werkstatt wird dann die Schablone, ganz unabhängig von den Angaben des Büreaus, nach einer gut passenden Ausführung zugerichtet. Es geht dies also recht ähnlich so, wie mit der Schraube, deren Steigungen heute noch nach englischem Maß gearbeitet werden.

Die erste Deutsche Gußstahlfabrik in Schweinfurt hat auf Veranlassung des Referenten auch hier begonnen, den Bann zu brechen, und für ihre Kugeln eine Millimeterskala angefertigt. Dem alten System ist dadurch Rechnung getragen, daß die zutreffenden Maße in englischen Zollen beigefügt worden sind.

Sägen.*)

Die ältesten Nachrichten über Sägen verdanken wir den assyrischen Skulpturen, auf denen wir neben Schwertern auch Sägen abgebildet finden. Der älteste Fund dieser Art dagegen entstammt den Ausgrabungen von Viktor Place, welche derselbe mit Unterstützung Napoleons III. in den Trümmern des Palastes Khorsabad (bei Ninive) in den 60er Jahren vorgenommen hat und uns schon wiederholt Material aus alten Zeiten lieferte. Abb. 900 gibt eine Darstellung dieses altertümlich wertvollen Fundstückes, ein Bruchstück eines etwa 15 cm breiten und über 1 m langen Sägeblattes. Das eine Ende trägt noch den Ansatz zum Griff. Die Zähne sind zweiseitig, und man kann daher vermuten, daß auch die andere Seite mit einem Griff versehen war.

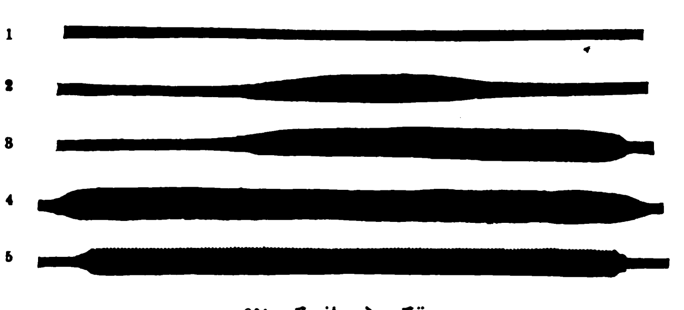


900. Bruchstück eines Sägeblattes, gefunden zu Ninive.

Das vorliegende Stück stellt bereits eine tüchtige Breitarbeit dar und beweist wiederum, daß damals schon die Kunst der Bearbeitung des Eisens auf einer ziemlich hohen Stufe stand. Das breiten erfordert sehr gutes Material und eine große Gewandtheit in der Behandlung des Feuers und der Schmiedestücke in demselben.

Die Herstellung der Sägen auf dem Wege des breitens hat sich bis in unsere Zeit hinein erhalten und ist vielleicht jetzt erst als erloschen zu betrachten. Die letzten Sägen dieser Art wurden nach Rußland hin geliefert, nachdem man sich hier längst an die aus Stahlblech geschnittenen Sägen gewöhnt hatte.

Abb. 901 gibt die Herstellungsreihe der gebreiteten Säge, welche durch die darunterstehenden Erläuterungen wohl genügend verständlich ist. Das Material war ein hartes Eisen, bei besonders guter Ware vorgeschweißt, oder auch ganz ein weicher Stahl.



901. Breiten der Säge.
1. Rohstück. 2. In der Mitte gebreitet. 3. Zweimal gebreitet. 4. Fertig gebreitet. 5. Geschnitten und gezahnt.

Die heutige Herstellung der Säge zerfällt in folgende Arbeiten: schneiden, zahnen, härten, richten, schleifen, pließen und event. schränken.

Das schneiden geschieht in kleinen Betrieben heute noch mit Hilfe der Handschere, in der Regel jedoch mit Hilfe mechanisch getriebener Scheren. Auch die Angelenden werden durch den „Schnitt" geformt, soweit dies nicht durch anfügen besonderer Angelstücke unnötig wird.

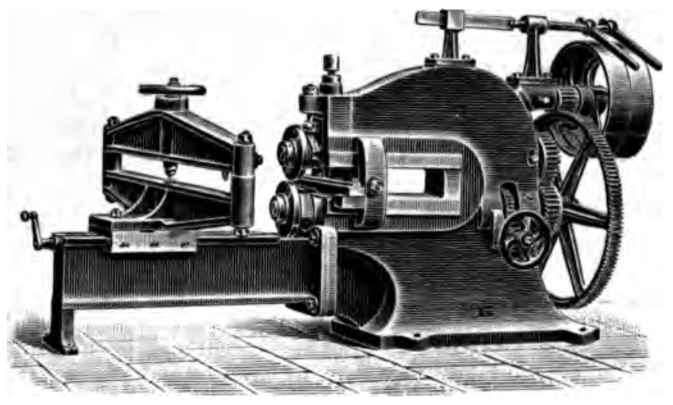
Die Kreissägen werden ebenfalls unter der geraden Säge geschnitten, nebenbei wird auf die Arbeit des zahnens gerechnet, welche den genauen Kreis an sich herausbildet. Kreisscheren für schwere Bleche (Abb. 902) sind noch wenig in Gebrauch.

Bei schweren Sägen geht das zahnen dem härten voran, weil das zahnen bereits gehärteter Sägen nur bei geringen Blechstärken möglich ist. Schwächere Sägen werden erst gehärtet und gepließt und dann gezahnt.

---

*) Über die verschiedenen Formen der Sägen, deren Handhabung und Behandlung gibt das hier verschiedentlich benutzte, sehr eingehende Werk von David Dominicus, Berlin, Polyt. Buchhandlung A. Seydel, vorzügliche Auskunft.

Das härten der Sägen geschieht nach den uns bereits bekannten Grundsätzen, in der Regel durch ablöschen in Fett. Je nach der Härteflüssigkeit und der Art des Stahles ist die Härtung damit beendet, oder es muß noch ein nachlassen erfolgen. Das letztere geschieht häufig bei blanken Sägen, bei denen die Anlauffarbe gleichzeitig ein schönes Aussehen mit sich bringt. Man führt dies auf heißen — von unten her erwärmten — Platten durch, welche mit Sand bedeckt sind. In diesen Sand bettet man die Sägen ein, zieht sie hin und her, bestreut sie von neuem und wartet dabei die gewünschte Farbe, meist ein mehr oder weniger helles Gelb, ab. Eine gewisse Art von Sägen wird nur mit den Zähnen durch den heißen Sand gezogen. Dieselben laufen dadurch blau an, welche Farbe in einen schmalen Streifen über Rot in Gelb ausläuft und der Säge so ein besonderes Ansehen verleiht.



902. Kreisschere. (Zu S. 325.)

Um das ziehen zu verhüten, werden die Sägen vor dem härten in einen Bogen gespannt und in diesem Zustand eingetaucht.

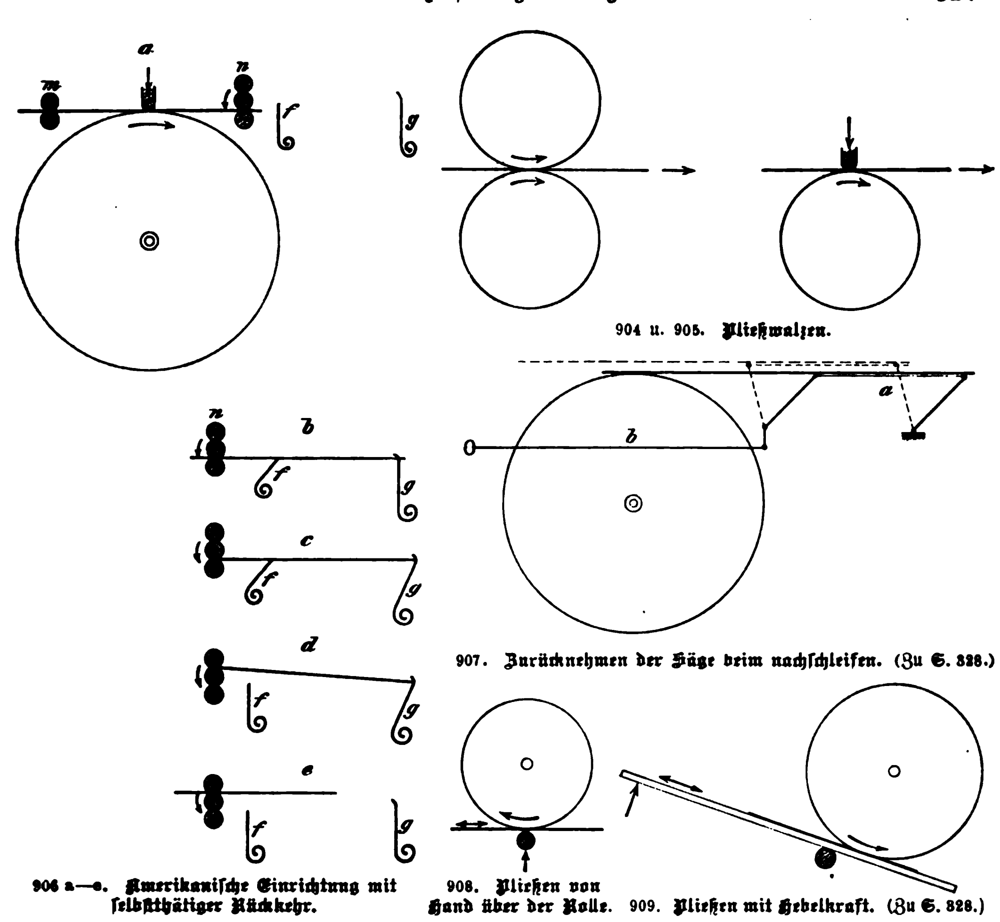
Dem härten folgt das richten, eine Arbeit, welche sich bei den kleinen und dünnen Sägen recht leicht macht, aber bei großen Sägen mit großen Schwierigkeiten verbunden ist und eine große Gewandtheit und Übung erfordert. Auf S. 329 ff. ist das Erforderliche mitgeteilt worden.

Das schleifen der Sägen erfordert heute besondere Vorrichtungen, welche die unvorteilhafte alte Handschleiferei ersetzen. Die großen Mühlensägen, Baumsägen u. s. w. werden vielfach auf der sogenannten englischen Schleifmaschine (Abb. 903) bearbeitet. Dieselbe besteht aus zwei übereinander angeordneten Steinen, welche mit verschiedener Geschwindigkeit umlaufen: Der obere, kleinere dient dabei nur zum gegenhalten, während der untere, größere und schnelllaufende die eigentliche Schleifarbeit besorgt. Die Säge geht also zweimal durch und muß zwischendurch gewendet werden.

903. Schleifmaschine für Mühlsägen, Fritz Nürnthal, Remscheid.

Die kleinen Sägen werden mit Hilfe von walzenähnlichen Pließscheiben bearbeitet, zwischen denen sie (Abb. 904) durchgeschoben werden. Dabei wird die obere Walze häufig durch ein Druckstück (Abb. 905) ersetzt. In beiden Fällen wird gewendet, da auch im Falle von 904 die obere Walze meist nur zum anpressen dient. —

Zeit ist Geld, bei dem Amerikaner immer noch mehr, als bei uns. Ihm dauert es zu lange, wenn die durchgegangenen Sägen auf den Boden fallen und nachher wieder



904 u. 905. Pliesswalzen.

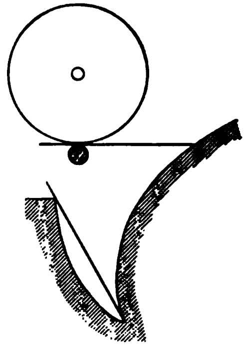
907. Zurücknehmen der Säge beim Nachschleifen. (Zu S. 328.)

906 a—e. Amerikanische Einrichtung mit selbstthätiger Rückkehr.

908. Pliesten von Hand über der Rolle.

909. Pliesten mit Hebelkraft. (Zu S. 328.)

aufgenommen werden müssen. Die amerikanischen Sägeschleifereien haben daher zum Teil folgende Einrichtung*): Zu beiden Seiten des Steines, der Höhe desselben entsprechend, befinden sich Walzensysteme (Abb. 906 a—e). Das linke, m, ist ein Speisewalzenpaar, welches elastisch zusammengepreßt wird und dafür zu sorgen hat, daß die zwischengesteckte Säge kräftig vorangeschoben wird, zwischen dem Stein und dem darüber befindlichen Druckstück, oder einer Druckwalze, hindurch, so daß der erstere seine Schuldigkeit zu thun imstande ist. Etwas vor der Mitte ihres Weges trifft die Säge auf ein zweites Walzenpaar, welches zunächst das erste unterstützt, wozu es, als ziehend, besonders befähigt ist. Bald dahinter aber befindet sich ein elastischer Arm f, welcher zunächst niedergebogen wird, so daß die Säge darüber hinweggeht (Abb. 906 b). Gegen das Ende ihrer Bewegung trifft die Säge auf einen zweiten federnden Arm g. Bald darauf ist sie (Abb. 906 c) an das Ende der Vorschubfähigkeit des Walzenpaares b angelangt und entschlüpft demselben (Abb. 906 d), dabei dessen Bewegungsrichtung, namentlich der Unterwalze, sowie der Wirkung des Federarmes f folgend. Hierdurch gelangt sie nach oben, zwischen Mittel- und Oberwalze, während der federnde Arm immer noch



910. Auffangen der Säge. (Zu S. 328.)

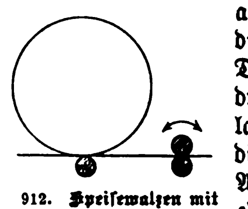
*) Skizzen des Verfassers aus der Amerikafahrt des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 1890. — Vergl. „Stahl und Eisen“ 1891.

nach links drückt. Nunmehr aber kann die Säge diesem Impuls nicht nur folgen, sondern wird durch die nach links hin wirkende Bewegung (Abb. 906e) der Walzen sogar gezwungen, dorthin zu wandern, wo sie der Arbeiter in Empfang nimmt und, je nach Bedarf, als fertig beiseite legt oder aber eventuell mit der anderen Seite nach oben noch einmal denselben Weg schickt. — Bei längeren Sägen, welche weniger steif sind, wird die Säge (Abb. 907) während der Schleifarbeit bzw. durch dieselbe auf einen Tisch a geschoben, mit Hilfe der gut zur Hand liegenden Stange b gehoben und gleichzeitig so weit nach vorn gebracht, daß der Arbeiter sie ergreifen und weiter behandeln kann.

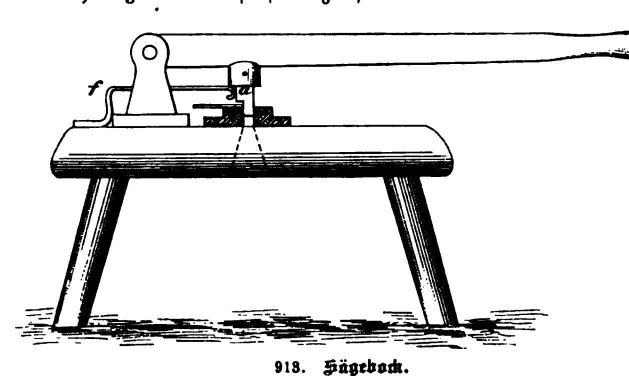
In der Pließerei, wo statt der mit Wasser laufenden Schleifsteine die lederbezogenen Scheiben mit Öl und Schmirgel arbeiten, finden wir ähnliche Vereinfachungen und Einrichtungen. Im einfachsten Fall ist unterhalb der Pließscheibe (Abb. 908) eine Rolle angebracht, welche elastisch gegen die Pließscheibe angepreßt wird. Die Säge wird zwischen beiden durchgesteckt und vom Arbeiter so lange hin- und hergezogen, bis die Oberfläche das gewünschte Aussehen hat. Dann geschieht es ebenfalls mit der anderen Seite u. s. w. — Bei schwereren Sägen, welche einen größeren Druck erfordern, wird (Abb. 909) Hebelkraft verwendet; der Vorgang ist im übrigen derselbe. — Eine recht einfache Rückgabevorrichtung für die Pließerei ist in der Abb. 910 skizziert: Die Säge fällt nach dem Durchgang in einen eigenartig geformten Trog, wo sie sich von selbst so stellt, daß der Arbeiter sie leicht ergreifen kann. Es ist klar, daß diese oder jene Art und Weise durch die Art der Sägen bedingt wird. Darf dieselbe an dem einen Ende ungescheuert bleiben, so ist vielleicht die Einrichtung der Abb. 908 am Platze, im anderen Fall die der Abb. 910. — Man hat dort ferner Einrichtungen mit Speisewalzen, wie in der Abb. 911 angegeben, deren Wirkungsweise wohl ohne weitere Erläuterung erkennbar ist. Endlich erhalten die Speisewalzen auch rückkehrende Bewegung (Abb. 912), wodurch auch die Zeit und Mühe für das wechseln und zurücknehmen gespart wird.



911. Pließen mit Speisewalzen.



912. Speisewalzen mit Wendelauf.

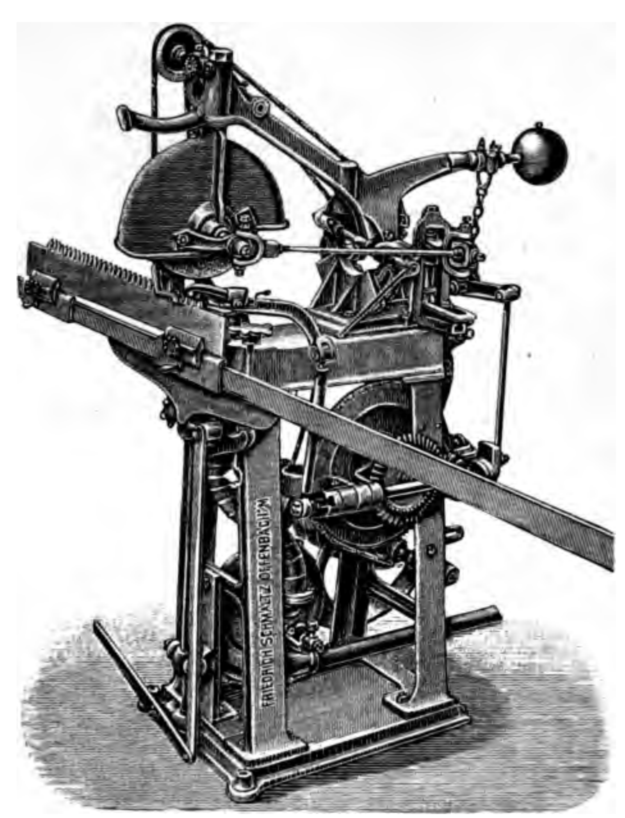


913. Sägebock.

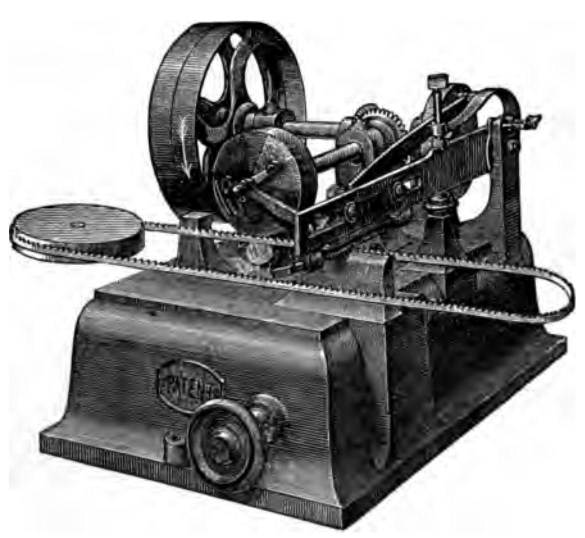
Das zahnen der Sägen wird heute fast durchweg mechanisch durchgeführt. Nur in kleinen Betrieben ist der „Sägebock“ noch im Gebrauch. Derselbe (Abb. 913) besitzt einen durch einen Hebel von Hand zu treibenden Stempel, dessen Nase a die Zahnlücke ausstanzt. Der Stempel, welcher lose in einem Ansatz des Hebels sitzt, wird durch eine Feder f gegen seine Führung gedrückt, um genau zu arbeiten. Der Hebel wird durch eine Deckenfeder vermittelst der Schnur nach oben gezogen und von Hand nach unten gedrückt. Außerdem befindet sich dicht neben der Stempelführung ein Haken, in welchen der Zahner die Säge mit dem zuletzt gefertigten Zahn einhängt. Dadurch wird das Blatt für den nächsten Schnitt richtig gestellt. Die Arbeit geht vermöge der außerordentlichen Gewandtheit, welche sich die Leute durch langjährige Übung erworben haben, sehr schnell voran, und es hat bis in die neueste Zeit hinein gedauert, bis sich die Zahnmaschine eingebürgert hat.

Eine solche entspricht genau der Handarbeit, die sie lediglich kopiert. Bei kleinen Sägen ist das verhaken geblieben, während der Stempel mechanisch angetrieben wird. Im übrigen werden die Maschinen mit einer Vorschubvorrichtung versehen, welche in der Regel mit Hilfe von Reibungswalzen das Blatt genau um die erforderliche Zahnbreite rechtzeitig vorschiebt. Manche Sägen, wie z. B. die Fuchsschwänze, haben nach der Spitze zu abnehmende Zahntiefe, was ebenfalls mechanisch geregelt wird.

Dem zahnen folgt das nachfeilen der Zähne. Auch dies wird vielfach der Maschine übertragen, wie aus der Abb. 914 ohne weitere Erläuterung ersehen werden kann. Auch der Schleifstein ist in den letzten Jahrzehnten mit bestem Erfolg in den Dienst hierfür gestellt worden (Abb. 922).



914. Zahnschärfmaschine.

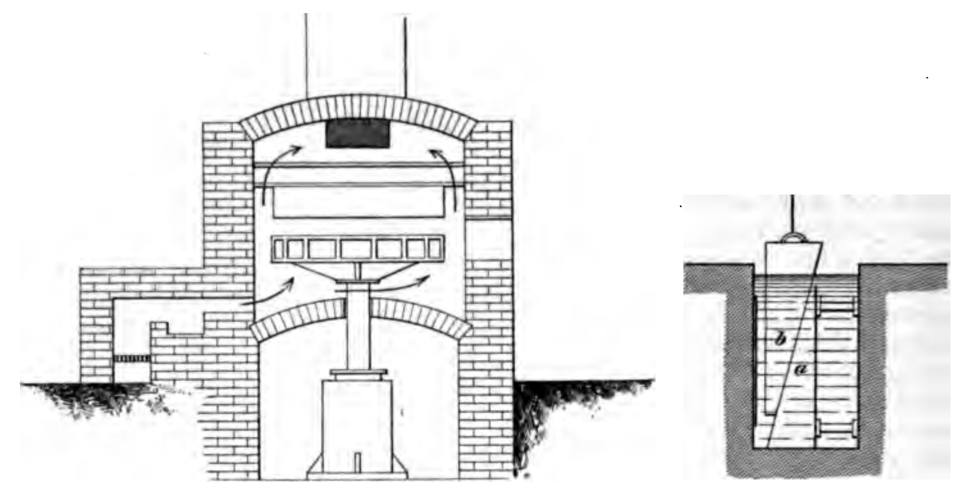


915. Bandsägefeilmaschine „Slagelse“.

Eine .besondere Behandlung erfordern die Kreissägen. Das härten an sich bietet keinen Unterschied dar: Die Säge gelangt aus dem Ofen in einen großen mit geschmolzenem Talg oder auch wohl mit Thran gefüllten Härtebottich, den sie krumm und zu hart verläßt. Das erforderliche nachlassen und richten wird nunmehr möglichst vereinigt. Aus diesem Grunde wird das Blatt zunächst — nach dem in Deutschland üblichen Verfahren — zwischen zwei glühende Blechplatten und mit diesen in eine mächtige Presse gebracht, so daß es unter Druck erwärmt wird und ebenso bis auf einen bestimmten Grad erkaltet.

In Amerika*) werden die genannten glühenden Bleche dadurch ersetzt, daß die Preßplatten selbst erwärmt werden. Es gibt zwei verschiedene Wege:

*) Die größte Sägefabrik ist die von Henry Dißton in Tacony bei Philadelphia, welche als Muster für Sägen- und Feilenfabrikation bekannt ist.



916. Amerikanischer Härteofen mit hydraulischer Pressung.

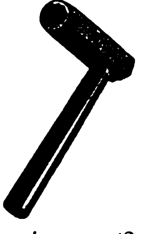
917. Preßhärtung.



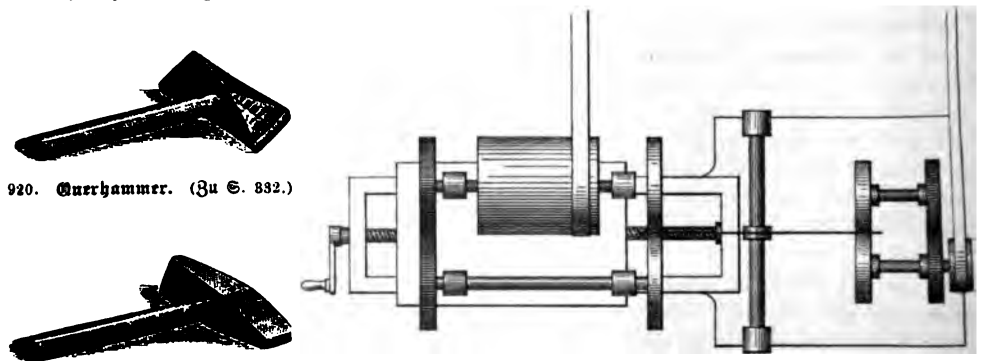
918. Amboß. (Zu S. 832)



922. Schleifmaschine für Kreissägen, Hürxthal & Brune, Remscheid. (Zu S. 832.)



919. Spannhammer. (Zu S. 832.)



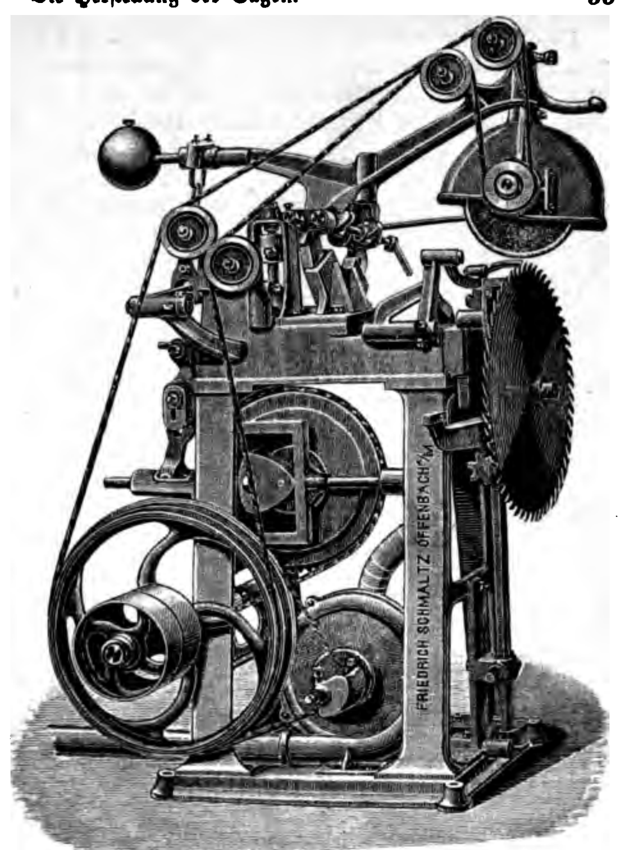
920. Querhammer. (Zu S. 832.)

921. Kopfhammer. (Zu S. 832.)

923. Pliesten der Kreissäge. (Zu S. 832.)

Gewöhnlich liegen die Platten, mühlsteinartige gußeiserne Gebilde, unmittelbar im Feuer, also (Abb. 916) in einem von einer Flamme durchschlagenen Ofen. Sie sind am Umfang mit Höhlungen versehen, welche nach Bedarf zugesetzt werden können. Dadurch wird die Oberfläche verringert und damit auch die Einwirkung der Flamme auf den Preßkörper oder dessen Temperatur. In den Gebieten des Naturgases (Pittsburg) wird die Flamme durch den alsdann entsprechend hohl angelegten Stein geführt.

Die Preßkörper werden meist, wie in der Abb. 916 angegeben, hydraulisch bethätigt, zuweilen indessen auch durch Preßschrauben, welche von der Transmission aus mit Riemen und Wendegetriebe bewegt werden.



924. Schärfen der Kreissäge.

Diese Pressung wird in Amerika auch direkt beim härten großer Sägen ausgeführt. Abb. 917 zeigt eine mit Fett gefüllte Grube, in welchem ein aufrecht stehender Keil a gelagert ist, fest gegen die Wand abgestrebt. Die glühende Säge wird hineingesenkt und unmittelbar darauf durch senken des Gegenkeiles b gepreßt, so daß sie unter Pressung erkaltet.



925. Schärfen einer hinterlochten Säge.

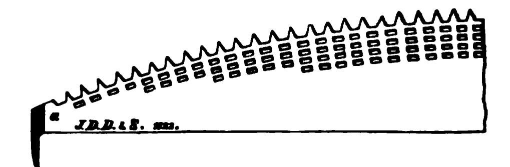
Trotz dieser Preßeinrichtungen, welche übrigens auch für andere Sägen verwendet werden, ist, namentlich bei den größeren Sägen, noch ein richten („spannen") erforderlich. Hier hat selbst in Amerika die Handarbeit ihr Recht behalten, dank der hierzu erforderlichen, bereits oben erwähnten außerordentlichen Sachkenntnis.

Das ſpannen beruht auf der Streckung derjenigen Stellen, welche anderen gegenüber zu kurz geworden oder geblieben ſind. Es wird dies bei ſchwächeren Platten an den Bewegungen erkannt, welche das Sägeblatt macht, wenn es auf verbiegen beanſprucht wird. In den meiſten Fällen ſind die Kreisſägen durch die wiederholte Erwärmung und beim arbeiten des Randes an dieſem zu lang geworden, bedürfen alſo der Streckung der inneren Flächenteile. Die Werkzeuge dazu ſind ſehr einfach, ein derber **Amboß** und ein etwas ballig geformter **Hammer**, vielleicht auch, für kräftigere Streckungen, Pinnhämmer, Kopf- und Querhammer, wie in den Abb. 918—921 dargeſtellt iſt, zuweilen mit ſchärferen Kanten. Die Hauptſache bleibt die gründliche Sachkenntnis, wenn nicht genau die entgegengeſetzten Erfolge ſich einſtellen ſollen, wie ſie beabſichtigt ſind.



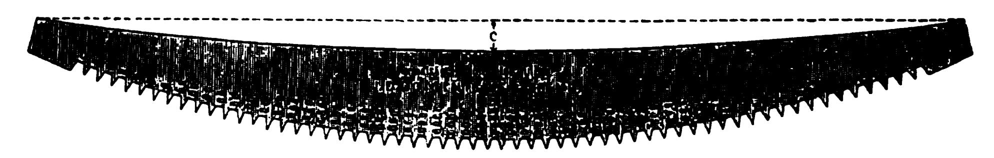
926. Hinterlochtes Fournierſegment.

Das **ſchleifen** der Kreisſägen wird in verſchiedener Weiſe durchgeführt. Im einfachſten Fall wird das Blatt an eine Planſcheibe geſpannt, wie ſie die ſogenannten



927. Hinterlochte Trommelſäge.

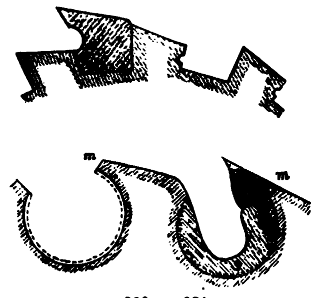
928. Hinterlochte Bandſäge.



929. Normalſäge.

Plandrehbänke beſitzen, und durch ein mit Hebelkraft von der Hand gegengehaltenes Schleifſteinſtück geſcheuert. Anſtatt des letzteren wird bei beſſeren Anlagen ein vollſtändiger Schleifſtein geſetzt, der ſich ſelbſtthätig in radialer Richtung vorſchiebt.

Die diesbezüglichen amerikaniſchen Schleifmaſchinen ſind weſentlich vollkommener. Die auf eine Achſe geſetzte Säge (Abb. 922) läuft, ganz ähnlich, wie es bei dem ſchleifen der Mühlenſägen geſchildert iſt, nur natürlich mit winkelrecht dazu verſtellter Achſe zwiſchen zwei Schleifſteinen, von denen wieder der eine klein iſt, langſam läuft und zum Gegenhalt dient, während der andere, größere und ſchnelllaufende die eigentliche Schleifarbeit beſorgt. Dabei wird die Achſe des Sägeblattes langſam verſchoben. Der kleine Gegenſtein wird auch zuweilen durch einen feſten Gegenhalt erſetzt.

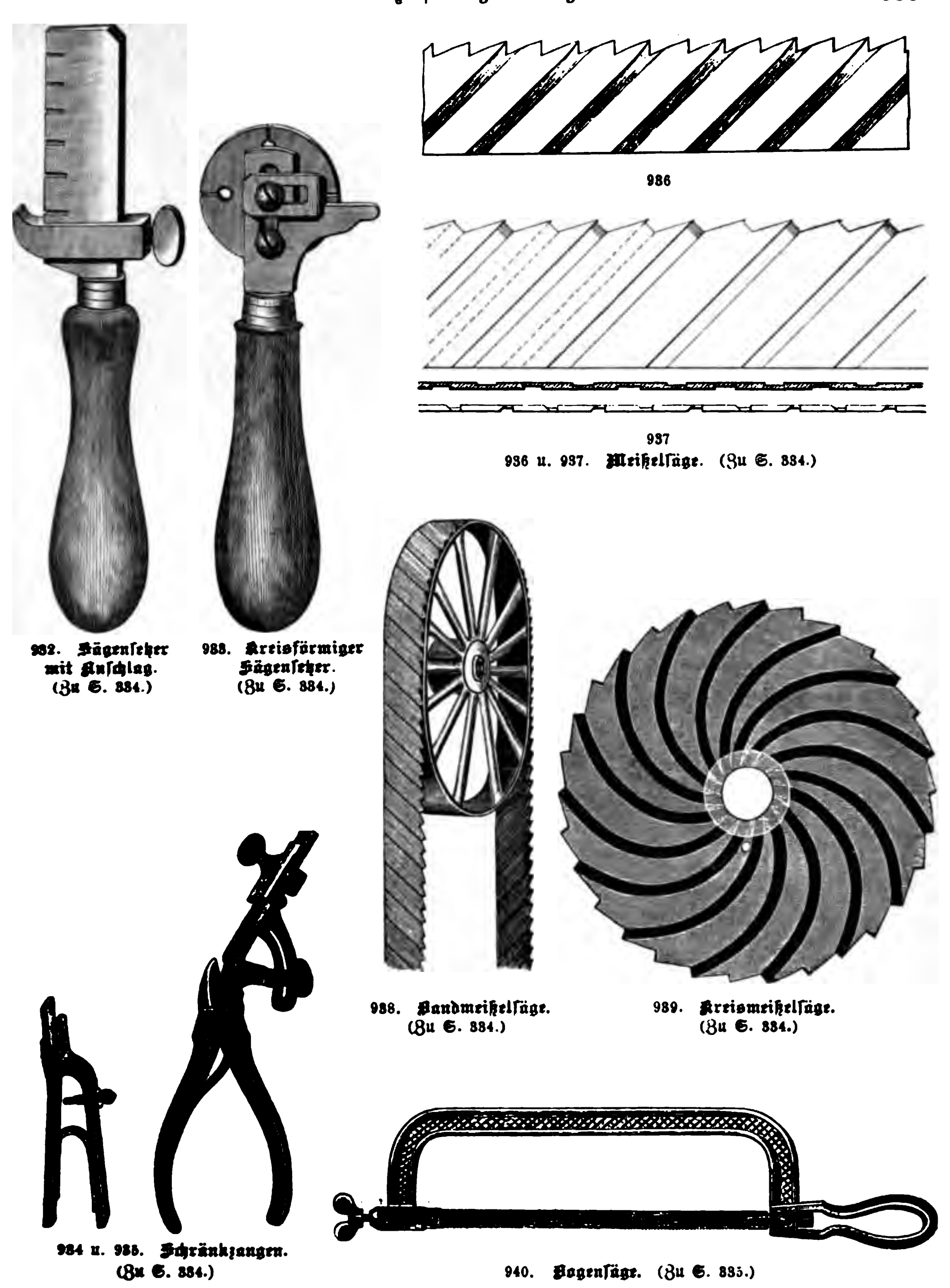


930 u. 931.
Kreisſägen mit eingeſetzten Zähnen.
(Zu S. 334.)

Kleine Kreisſägen werden gepließt. Auch ſie befinden ſich (Abb. 923) auf einer Achſe a, werden aber von zwei Reibungswalzen b und c in Umdrehung verſetzt, während das Blatt von zwei auf beiden Seiten arbeitenden Pließſcheiben d und e geſchmirgelt wird.

Das **nachſchärfen** der Kreisſäge wird, wie bei den Blattſägen, ſowohl von Hand mit der Feile als auch von der Maſchine mit der Schleifſcheibe oder der Feile beſorgt. Abb. 924 ſtellt eine ſolche dar.

Um die Handarbeit zu regeln, d. h. den Schärfer anzuleiten, recht gleichmäßig zu arbeiten, werden die Sägen vielfach mit Schleif- oder Schärflinien verſehen, wonach ſich



932. Sägensetzer mit Anschlag. (Zu S. 334.)

933. Kreisförmiger Sägensetzer. (Zu S. 334.)

936 u. 937. Meißelsäge. (Zu S. 334.)

938. Bandmeißelsäge. (Zu S. 334.)

939. Kreismeißelsäge. (Zu S. 334.)

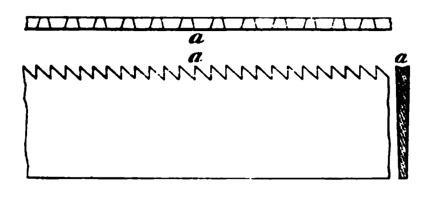
934 u. 935. Schränkzangen. (Zu S. 334.)

940. Bogensäge. (Zu S. 335.)

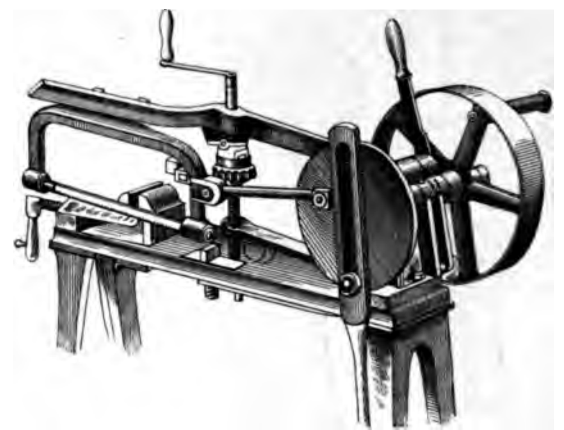
der Arbeiter richten kann. Eine andere, schon länger bekannte Methode, von Emmerson-Beaverfalls, Am., ist im letzten Jahrzehnt namentlich durch David Dominicus, Remscheid, zur Einführung gelangt. Die Sägen werden (Abb. 926—929) vorgestanzt, so daß die neuen Zähne bereits vorgearbeitet sind, also genaue Richtung behalten. Dieser Anordnung wird auch der Vorteil besserer Kühlung des Sägeblattes nachgerühmt, welches sich, wie oben angedeutet, bei der Arbeit leicht erhitzt.

Die großen Kreissägen werden häufig mit auswechselbaren Zähnen (Abb. 930 u. 931) versehen. Es bietet dies den Vorteil, daß sich die oft in abgelegenen Gegenden befindlichen Anlagen leichter selbst helfen können, sowie den ferneren sehr wesentlichen, daß man für diese Zähne besonders guten Stahl nehmen kann, während das Sägeblatt aus weicherem Material gefertigt wird.

Zum **schränken** der Sägen, wodurch bekanntlich der freie Schnitt bewirkt wird, bedient man sich häufig eines gewöhnlichen Schraubenziehers,



941. Hartmanns Zahnform.



942. Selbstthätige Kaltsäge.

den man zwischen die Zähne unter Anwendung einer geringen, aber entsprechend kräftigen Drehbewegung klemmt. Besser sind die sogenannten Sägensetzer, von denen die Abb. 932 u. 933 bekannte Formen zeigen. Neuerdings hat man Zangen dafür konstruiert, mit denen eine recht gute Arbeit geliefert werden kann. Die Abb. 934 u. 935 stellen solche dar, deren Handhabung ohne weiteres ersichtlich ist.



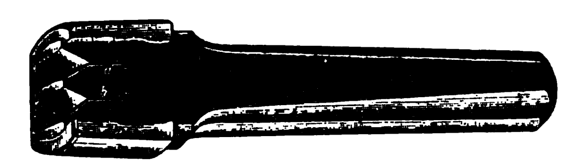
943. Kaltsägemaschine von Jos. Hanß in Dresden.

Um den Spänen besser Raum zu geben und damit einen leichteren Gang zu schaffen, auch wohl, um die Schneidenform an sich richtiger zu gestalten, hat man neuerdings eine Säge mit seitlich wechselnd eingelegten Kanälen (Abb. 936—939) gefertigt. Es ist dies die **Meißelsäge der Chisel Saw Co. in London.** Die Zähne derselben werden, stets von der Kanalseite aus, seitlich angeschärft, so daß die Späne nicht vom Grunde des Schnittes her, sondern auch seitlich abgenommen werden, die Schneidekraft also weniger abhängig ist von der Breite des Schnittes; derselbe kann auch leichter dünn gehalten werden. Man rühmt der Säge einen leichten Gang und Materialersparnis nach. Abb. 936 u. 937 zeigen das Blatt in zwei verschiedenen Zahnbildungen, von welchen die unter 937 angegebene besonders schneidfähig erscheint. Abb. 938 stellt eine Bandsäge dieses Systems und Abb. 939 eine Kreissäge dar.

Eine besondere Beachtung verdient die Kaltsäge. Die Grundlage zu derselben ist die Bogensäge des Schlossers und Mechanikers (Abb. 940), deren Blatt aus bestem Stahl hergestellt wird und infolgedessen leicht und bequem Eisen schneidet. Wilh. Hartmann in Fulda hat den Zähnen dieses vielgebrauchten Instrumentes eine besondere Form (Abb. 941) gegeben, durch welche ein besonders guter, d. i. leichter und freier Schnitt erlangt wird. Früher wurden diese Sägen sämtlich nach Feilenart gehauen. Die Methode



944. Gestauchter Zahn einer Kaltsäge. (Zu S. 336.)



945. Werkzeug zum Stauchen. (Zu S. 336.)

hat sich erhalten, wird jedoch vielfach durch feilen oder stanzen ersetzt, in welchem Falle die Sägen zweckmäßig im Rücken dünner gehalten werden. Diese Sägen werden aber auch häufig auf beiden Seiten verzahnt, in welchem Falle natürlich der Begriff „Rücken" entfällt. Die Härtung erfolgt bei der gewöhnlichen Ware im ganzen, in letzterer Zeit, namentlich von dem soeben genannten Hartmann eingeführt, nur an der Zahnseite, wodurch dem Blatt eine größere Zähigkeit belassen wird. Es kann dies bewirkt werden durch Schutz des Rückenteils des Blattes gegen das glühen, oder durch einseitige Ablöschung.*) Aus dieser alten Bogensäge hat sich in den letzten Jahren die Kaltsäge herausgebildet, welche in den Abb. 942 u. 943 in zwei verschiedenen Anordnungen dargestellt ist. Dieselbe hat den Vorzug, daß sie dicke Stücke selbstthätig durchschneidet und sich auch nach Beendigung der Arbeit selbstthätig aussetzt. Der Vorläufer zu dieser Säge, von einer anderen Richtung her, ist die Band-Kaltsäge, welche namentlich vom Grusonwerk eingeführt worden ist und zum ausschneiden schwerer Stücke dient.



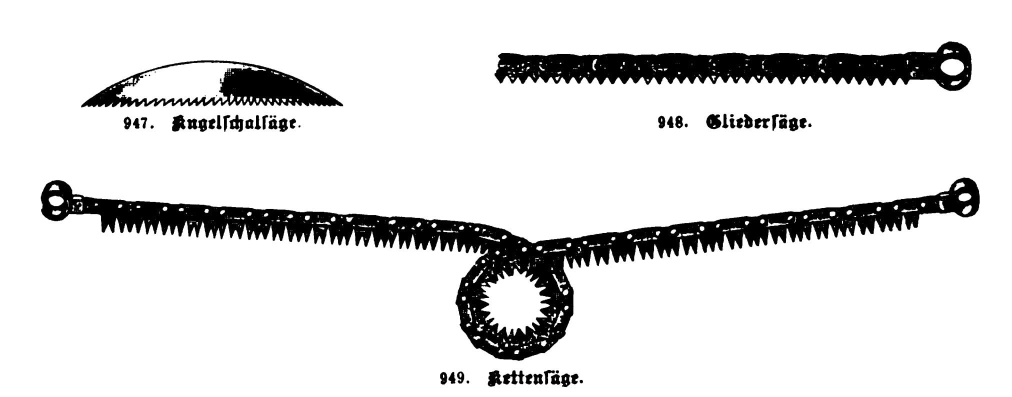
946. Härtepresse von Hardicke. (Zu S. 336.)

Die üblichste Form der Kaltsäge ist heute noch die Kreissäge, um deren Einführung sich namentlich Ehrhardt verdient gemacht hat. Die Herstellung derselben unterscheidet sich in mancher Hinsicht von der für die Bearbeitung des Holzes bestimmten Schwester. Zunächst werden die Zähne eingefräst, und zwar werden, wo es angeht, gleichzeitig mehrere Blätter zusammengespannt, so daß die Arbeit wesentlich schneller vor

*) Siehe die Teilhärtung, „Stahl und Eisen", 1898, Nr. 8.

sich geht und dadurch billiger wird. Dem fräsen — zahnen — folgt das **stauchen** der Zähne. Diese werden dadurch (Abb. 944) breiter als die Blattstärke und schneiden sich frei; es wird dadurch das sonst übliche schränken ersetzt, welches bei so starken Blättern und so kurzen Zähnen, wie sie die Kreissägen erfordern, nicht angängig ist. Das stauchen geschieht mit Hilfe des in der Abb. 945 abgebildeten Werkzeuges. Dasselbe wird einfach auf den zu stauchenden Zahn gesetzt und durch einen kräftigen Hammerschlag aufgetrieben. Nun folgt das härten in der üblichen Weise und dann das wieder recht schwierige richten.

Abb. 946 stellt einen Apparat dar, welcher diese Vorgänge vereinfacht. Die Säge gelangt aus dem Ofen unmittelbar zwischen die Preßplatten a und b, welche schleunigst zusammengeschraubt werden und zweierlei bewirken. Erstens wird, ähnlich wie es beim nachlassen der gewöhnlichen Kreissägen geschieht, das ziehen des Blattes vermieden, welches die Presse gut gerichtet verläßt. Außerdem werden die Zähne gehärtet, während das Blatt einigermaßen weich bleibt. Um die Härte zu regeln, wird je nach Bedarf mehr oder weniger kaltes Wasser durch die zu diesem Behufe hohl ausgeführten Preßplatten geleitet. Für Kaltsägen ist in der Regel kaltes Wasser erforderlich, während für andere Zwecke je nach Bedarf Dampf oder heißes Öl durchgeleitet werden kann.



947. Kugelschalsäge. 948. Gliedersäge.

949. Kettensäge.

Statt des stauchens werden die Sägen behufs Erzielung eines freien Schnittes auch hinterschliffen. Es geschieht dies auf einer Maschine, bei welcher die das Blatt tragende Achse ein wenig gegen die Vertikale geneigt ist, während die Achse der Schmirgelscheibe genau horizontal liegt. Dadurch wird bewirkt, daß die Mitte des Sägenblattes mehr angegriffen wird, als der äußere Teil desselben. Die wirksame Differenz ist bei diesem Verfahren bei weitem nicht so bedeutend, als bei dem anstauchen der Zähne, genügt aber doch in vielen Fällen, um das klemmen der Säge zu vermeiden.

Die Abb. 947, 926 u. 927 zeigen noch andere, seltenere Formen der Sägen: Eine Kugelschalsäge zum einschneiden der Bodennut der Fässer, ein Segment einer Fourniersäge und eine Cylindersäge zum ausschneiden der Faßdauben. Abb. 948 u. 949 endlich stellen Sägen dar, welche erst seit etwa 25 Jahren im Elsaß und in Frankreich gefertigt und auch seit längerer Zeit in Deutschland geliefert werden. Sie dienen zum einsägen oder fällen von Bäumen, die zu entlegen stehen, um in gewöhnlicher Weise gefällt werden zu können. Abb. 948 ist eine Gliedersäge, bei der die Glieder selbst als Stücken von Sägen ausgebildet sind, während die Kettensäge (Abb. 949) als eine Gelenkkette anzusehen ist, an deren Glieder gezahnte Blätter angesetzt sind.

Feilen.

Dient die Säge der Abtrennung, so besorgt die Feile das glätten der Oberfläche. Und wie die Natur in den scharfen Kanten der Blätter und Muscheln bereits die Säge vorgebildet, sogar dieselbe — beim Sägefisch — zur Waffe gestaltet hat, so ist der Mensch auch auf die Feile von der Natur hingewiesen worden; Schachtelhalm und Fischhaut haben ihm längst zum glätten rauher Flächen gedient. Doch hat es recht lange gedauert, bis es ihm gelang, größere Formveränderungen auf diesem Wege hervorzubringen. Abspalten durch Schlag oder Hieb, schnitzeln mit dem Messer und mühsames schleifen mußten ihm zu derartigen Zielen verhelfen, denn es fehlte ihm ein Material, welches er in weichem Zustande zu einem rauhen Werkzeug gestalten und in hartem Zustande verwenden konnte; es fehlte ihm der Stahl und das Werkzeug zum bearbeiten desselben. Erst als er den Stahl herstellen und behandeln lernte, konnte er sich die Feile schaffen; und erst mit der Feile gewann er die Möglichkeit, vollendetere Arbeiten zu liefern, als es ihm der Hammer gestattete. So ist die Feile nicht viel später als das gute Schwert entstanden, zu welchem sie Wieland der Schmied bereits energisch verwendete. Als ihm das Schwert nicht gut genug erschien, den schwimmenden Wollenballen nicht glatt genug zerschnitt, zerfeilte er dasselbe, gab die Späne den Vögeln unter das Futter und schuf sich aus dem Kot derselben ein neues, feineres Material. Hierfür haben wir freilich keine weiteren Belege als die Sage. Aber daß man zu jener Zeit Feilen kannte, beweisen die Funde. Abb. 950 zeigt uns eine römische Feile bereits sehr vorgeschrittener Form, eine Art Messerfeile, vielleicht schon zur Herstellung von Feilen dienend. Denn die Hallstatter Feile (Abb. 951) ist schwerlich anders als durch ausfeilen hergestellt. Die Zähne sind zu grob, um gehauen zu sein. Auch läßt sich das zu einer Rundfeile gestaltete Ende kaum anders als durch feilen bilden, da an drehen wohl nicht zu denken ist.



950. Römische Feile, gefunden zu Alise.

Es mag wunderbar erscheinen, daß die Feilenfunde bereits mit so vorgeschrittenen Formen beginnen. Doch ist die Erklärung leicht zu finden. Wenn schon Stahl widerstandsfähiger ist als Eisen und sich unter sonst gleichen Umständen länger hält, als dieses, so ist es doch von jeher so außerordentlich wertvoller gewesen, daß nur zufällige Verluste zur Erhaltung von Stahlstücken führen konnten. War die Feile so weit abgenutzt, daß



951. Alte Feile aus dem Grabfeld von Hallstatt.

sich das aufarbeiten derselben nicht lohnte, so wurde sie als willkommenes Material verarbeitet. Noch heute gelten alte Feilen, soweit sie aus Schweißstahl gefertigt sind, in den kleinen Schlosserwerkstätten als wertvolles Material zur Herstellung von Schmiedewerkzeugen oder zum verstählen.

Der augenscheinlich sehr frühen, vielleicht ursprünglichen Art des ausfeilens der Zähne folgte bald das hauen, d. h. die Zahnbildung durch auftreiben eines Grates mit Hilfe des Meißels, was wesentlich müheloser, wenn auch weit künstlicher ist und einen besonders guten Stahl — für den Meißel — erfordert.

Die Kunst, Feilen zu hauen, wurde*) bereits im 15. Jahrhundert in Nürnberg geübt, während Sheffield, das Zentrum der englischen Feilenfabrikation, erst 1618 damit begann.

Der Hauptsitz der deutschen Feilenindustrie ist Remscheid, welches den Ausgangspunkt, Nürnberg, längst überholt hat. Freilich hat sich das feilenhauen überall dahin verteilt, wo der Maschinenbau seine Stätte aufgeschlagen hat; aber dort handelt es sich

*) Dr. Ludwig Beck, „Die Geschichte des Eisens“.

meistens nur um das aufhauen der alten Feilen, weniger um Fabrikation. Neben Remscheid sind noch der kleine Ort Lindlar (Rheinprovinz) und Eßlingen in Württemberg zu nennen, in denen alle Gattungen Feilen gefertigt werden, während sich in Nürnberg die Fabrikation nur kleiner Feilen entwickelt hat.

Die gewaltigste Fabrikation haben England und Amerika, während Frankreich wesentlich hinter Deutschland zurücksteht. Für die anderen Länder, selbst Rußland, sind keine nennenswerten Leistungen zu verzeichnen.

Der Wert der zur Zeit von Remscheid jährlich gelieferten Feilen beträgt rund 3 Millionen Mark.

Die Remscheider Feilenanfertigung war ursprünglich nur Hausindustrie und ist erst Ende der 40er Jahre durch Reinhard Mannesmann zu einer einheitlichen Fabrikation umgestaltet worden.



952. Reinhard Mannesmann.

Reinhard Mannesmann, geboren am 15. November 1814, der zweite von vier Brüdern (Arnold, Richard und Robert), war, wie diese, Kaufmann in Remscheider Waren und traf als solcher mit Klett in Nürnberg zusammen, von dem er regelmäßig Aufträge erhielt. Derselbe machte ihn auf die englischen Feilen aufmerksam und auf den Umstand, daß dort die Feilen ganz wesentlich besser hergestellt würden als in Deutschland, das doch früher den Vorrang gehabt habe.

Mannesmann ging nun nach England und lernte dort die Fabrikation der Feilen gründlich kennen. Dann richtete er zunächst nur mit seinem Bruder Arnold in seiner Heimat unter der Firma A. Mannesmann die erste deutsche Feilenfabrik ein, in der die verschiedenen Fachhandwerker: Schmiede, Ausglüher, Hauer, Richter, Härter u. s. w., welche bis dahin — wie zum Teil noch heute — jeder für sich gearbeitet hatten, unter einheitlicher Leitung beschäftigt wurden. Hierdurch wurde es erst möglich, eine gute, gleichmäßige Arbeit zu liefern. Im Jahre 1853 wurden in der neuen Fabrik die ersten Versuche gemacht, Gußstahl in Tiegeln herzustellen, was bereits 1856 für eigenen Bedarf in die Fabrikation mit aufgenommen werden konnte.

Seit jener Zeit erblühte die Remscheider Feilenindustrie und schwang sich, wenn auch zuerst immer noch abhängig von dem englischen Stahl, zur jetzigen vollständigen Konkurrenzfähigkeit mit dem Auslande empor.

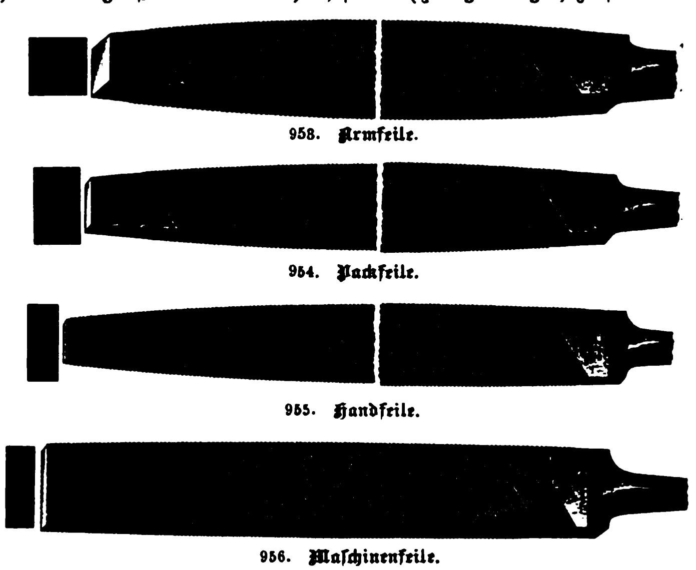
Reinhard Mannesmann*) starb am 27. April 1894, nachdem längst auch die anderen beiden Brüder in das Geschäft eingetreten waren.

Die Einteilung — Bezeichnung — der Feilen ist eine vielgliederige und bezieht sich auf die Größe, die Art der Verpackung und des Verkaufes, die Form, den Hieb und auf die Verwendung. Man unterscheidet daher zunächst grobe Feilen und feine Feilen, bei welchen die ersteren nicht nur die schwereren, sondern auch die gröber gehauenen sind. Zu ihnen gehören die Armfeile (Abb. 953), die Packfeile (Abb. 954) und die Handfeile (Abb. 955). Diese drei Feilengattungen führen auch den Namen Strohfeilen, weil sie behufs des verpackens mit Strohseilen umwunden werden, um die groben Zähne

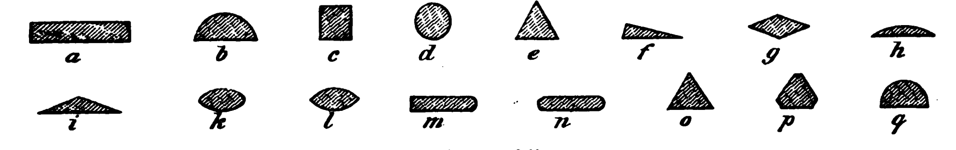
*) Die Erfinder des Röhrenwalzwerkverfahrens, Max und Reinhard Mannesmann, sind die Söhne des genannten.

möglichst zu schützen. Sie dienen zur Vorarbeit und gestatten unter Anwendung großer Kraft eine recht beträchtliche Spanentnahme. Man nennt das grobe, gewaltige vorarbeiten „schruppen“ und diese Feilen daher auch „Schruppfeilen“. Dann folgt die Maschinenfeile (Abb. 956) mit ihrem feineren Hieb und ihrer flacheren Gestaltung gegenüber der bauchigen Form der gröberen Feilen. Die feineren Feilen werden, weil sie meist zu Dutzenden verpackt werden, Dutzendfeilen genannt und erhalten für sich, je nach dem Querschnitt, noch besondere Bezeichnungen, wie unter der Abb. 957 angegeben.

Der Hieb der Feile ist, wie bereits bemerkt, im allgemeinen gröber bei den großen und feiner bei den kleineren Feilen. Jedoch hat man auch recht schwere Feilen mit feinstem Hieb. So hat man Schlicht- und Doppelschlichtfeilen von der Größe kräftiger Maschinenfeilen, und wieder einen verhältnismäßig groben Hieb bei gewissen kleinen Feilen. Abb. 958 zeigt uns neun verschiedene Hiebarten, welche indessen nur die allgemeine Grundlage angeben sollen. So haben die kleineren Maschinenfeilen (Hiebgattung e) einen feineren Hieb (Vorfeile) als die größeren. Die Schlichtfeilen (Hiebgattung f) zerfallen in Halbschlicht-, Schlicht- und Doppelschlichtfeilen und haben auch hier noch Abstufungen. Ferner ist der Hieb für weiche Metalle, Blei, Zinn nur einreihig (a, b, c der Abb. 958), während man zur Bearbeitung von Holz (auch Leder) den Spitzhieb nimmt. Es sind dies die Raspen oder Raspeln, von denen in g, h und i drei verschiedene Stufen dargestellt sind. Auch hier hat man wieder verschiedene Formen. Abb. 959—961 zeigen uns zwei feilenähnliche Formen, die Kabinettraspe und die Stuhlmacherraspe und eine ziemlich viel verwendete rohe Form, die Hufraspe mit verschiedenen Graden und event. Feilenhieb.


953. Armfeile.
954. Packfeile.
955. Handfeile.
956. Maschinenfeile.

Das Material*) der Feile ist Stahl mit 0,7—1,5 $^0/_0$ Kohlenstoff und nicht über 0,03 $^0/_0$ Phosphor. Bei den überaus hohen Ansprüchen, welche hier in Bezug auf Schneidhaltigkeit und Zähigkeit gestellt werden, erscheinen die meisten der sonstigen Bestandteile bedenklich. Die auf vorzügliches Erzeugnis bedachten Feilenfabrikanten sind daher

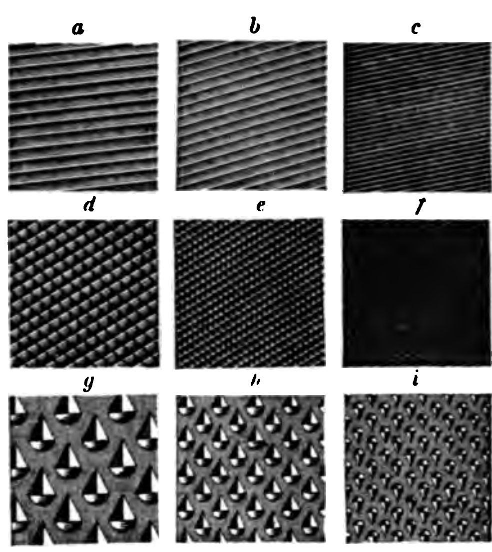


957. Dutzendfeilen.
a flache, b halbrunde, c Vierkant-, d Rund-, e Dreikant-, f Messer-, g Schwert-, h Kabinett-, i Flachdreikant-, k, l Vogelzunge, m, n, o Sägen-, p Bandsägen-, q Kransägenfeilen.

gewohnt, hohe Preise für den Stahl anzulegen, der bereits seit längeren Jahren auch im Inlande gefertigt wird.

*) Vergl. die Abhandlungen des Referenten, „Stahl und Eisen“, 1892 und 1898.

Die Formgebung der Feile geschieht bei rechteckigem Querschnitt häufig durch schmieden allein, bei den anders geformten Feilen neuerdings auch durch walzen. Selbstverständlich wird ein möglichst weitgehendes vorwalzen angewendet, so daß der Schmied thunlichst nur die Angel und Spitze zu formen hat, verhältnismäßig einfache Arbeiten, welche aber mit erstaunlicher Schnelligkeit und Genauigkeit ausgeführt werden.

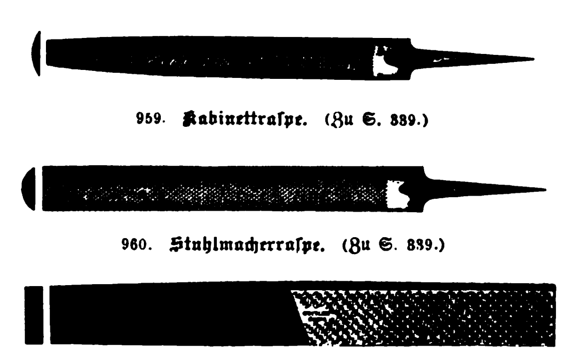


958. Hiebarten für Feile und Raspe. (Zu S. 339.)
a, b, c: Einzelhieb. a, d, g: Grob.
d, e, f: Doppelhieb. b, e, h: Bastard.
g, h, i: Raspenhieb. c, f, i: Schlicht.

Die groben Feilen werden (Abb. 962) stets zu zweien im Hammerwerk unter dem alten Wasserhammer oder auch wohl dem Dampfhammer vor- und in der eigentlichen Feilenschmiede (Abb. 963) fertiggeschmiedet, während die kleineren Feilen hier unmittelbar aus der Stange hergestellt werden. In den kleineren Werkstätten geschieht dies unter dem Zuschlaghammer, während die größeren jetzt durchweg den Dampf- oder den Lufthammer (vergl. S. 152 Abb. 316) verwenden. Der letztere ist jetzt vielfach umgestaltet worden und hat sich nunmehr in der dargestellten Form im Bergischen eingebürgert, wo er seines schnellen und leicht regulierbaren Schlages wegen den verschiedensten ähnlichen Zwecken dient.

Nach dem schmieden müssen die Feilen geglüht werden, um die durch das schmieden etwa entstandene Härte oder Spannungen zu beseitigen.

Früher wurden die Feilen zu diesem Behufe abwechselnd mit lufttrockenem Holze in mächtigen Öfen — zu 1000 bis 1500 kg — übereinander verpackt und dann ohne weitere Nachfeuerung diesem Holzfeuer ausgesetzt. Die Operation nahm selbst bei kleinen Öfen, die weniger als die Hälfte faßten, einschließlich der Erkaltung mindestens 48 Stunden in Anspruch. Zur Zeit baut man Öfen mit getrennter Holzfeuerung und setzt die Feilen nur der Flammwirkung aus, wobei die Luftzuführung sehr sorgfältig beachtet werden muß, wenn nicht eine unnötige Verzunderung stattfinden soll.



959. Kabinettraspe. (Zu S. 339.)

960. Stuhlmacherraspe. (Zu S. 339.)

961. Hufraspe. (Zu S. 339.)

Durch das glühen werden die Feilen vielfach krumm, weshalb demselben regelmäßig das richten folgen muß, wodurch die Feilen gleichzeitig von dem gebildeten Zunder befreit werden.

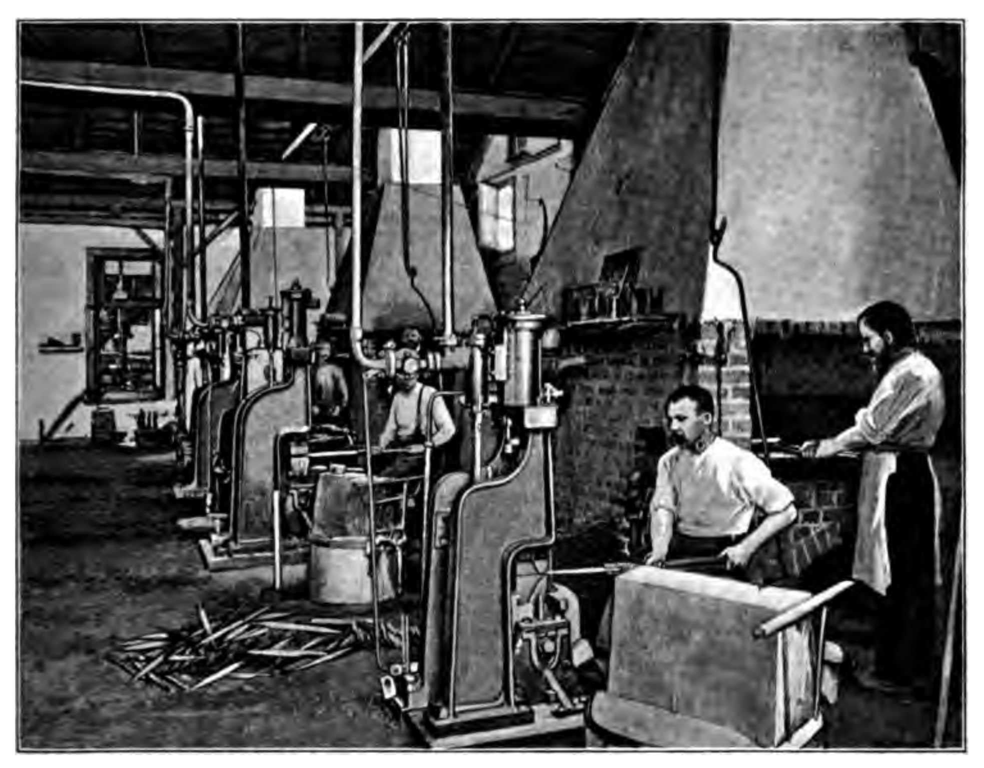
Dem richten folgt das schleifen. Dasselbe geschieht bei uns fast noch durchweg von Hand — d. h. vor den Knieen — wobei die Feilen sowohl quer als auch längs zum Stein vorgehalten werden. Neben der Erzeugung recht scharfer Kanten, worauf schon beim schmieden oder walzen streng geachtet wird, liegt hier das Ziel vor, die Flächen querüber möglichst geradlinig zu halten und namentlich die wenn auch noch so schwachen Vertiefungen zu vermeiden. Diese sind naturgemäß später an den kürzeren und darum stumpfen Zähnen zu erkennen, wie man es an minderwertiger Ware oft genug findet. Es wird also hier

eine sehr schwer zu erfüllende Anforderung an den Schleifer gestellt, der durch abwechselndes längs- und querschleifen, sogar durch schräge Führung der Feilen die möglichste Gleichförmigkeit zu erreichen sucht.



962. Doppelfeile.

Die Feilenschleiferei wird nach dem Vorgange Amerikas nunmehr auch in Deutschland vielfach durch mechanische Vorrichtungen unterstützt. Die Feilen werden (Abb. 964) zu mehreren in einen Rahmen eingespannt und während der Schleifwirkung hin und her bewegt, so daß sich die Schleiflinien fortwährend kreuzen. Um der Wölbung der Feile Rechnung zu tragen, werden die Rahmen mit einer dieser Wölbung entsprechenden hohlen elastischen Hinterlage versehen, so daß



963. Dampfhammer zum ausschmieden der Feilen (G. Corts in Remscheid).

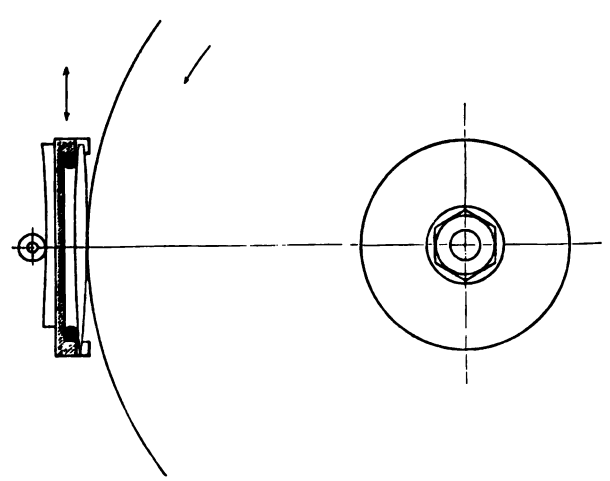
der Druck stets gleich bleibt, während die Feilen auf und nieder gezogen werden. Dieses auf- und niederbewegen geschieht ebenfalls rein mechanisch, wie in der Abb. 964 angedeutet. Die Hin- und Herbewegung erfolgt durch eine Nutenmuffe a (Abb. 965), die auf die Schleifachse aufgekeilt ist und der Einwirkung eines festen Zapfens unterliegt. Durch diese wird der Stein gezwungen, sich während des drehens seitlich zu verschieben. Um hier jede Periodizität zu vermeiden, welche die beabsichtigte absolute Gleichförmigkeit in dem bearbeiten der Feilenfläche stören könnte, wird zuweilen die Nutenmuffe (Abb. 966) für sich bewegt, erhält also einen besonderen Antrieb.

Eine andere Art, die Periodizität der Nutenmuffen bei Schleifsteinen zu vermeiden, besteht in einer Anordnung, durch welche der in dieselbe eingreifende Stift bewegt wird. Man verwendet dies da, wo eine ganz besondere Genauigkeit erreicht werden soll, wie z. B. bei dem schleifen der Hobeleisen.

Die Schleiferei entspricht im übrigen der uns bereits bekannten Messerschleiferei (vergl. Abb. 689) und ist eine überaus lästige Arbeit. Die Leute sind gezwungen, sich fortwährend in meist feuchten und zugigen Räumen aufzuhalten, und leiden vielfach da-

durch an ihrer Gesundheit. Es ist ein hartes Los, dem die Schleifer unterworfen sind, wennschon es vielleicht immer noch milder erscheint als das der Achatschleifer, welche noch mehr als jene unter den durch Mangel an Fortschritt festgehaltenen unvollkommenen Einrichtungen leiden.

Für besonders gute Ware haben einige amerikanische Feilenfabriken noch eine Feilenfeilmaschine in Thätigkeit. Die Feilen werden hier wieder zu mehreren in einen horizontalen Rahmen, die zu bearbeitende Fläche nach oben, gelegt und der Wirkung eines parallel den Feilen hin und her gehenden entsprechend gehauenen Stahlstückes ausgesetzt. Der Rahmen wird dabei durch eine Klinkvorrichtung mit Schraube langsam seitlich hin und her bewegt, während er von unten her durch einen Gewichtshebel gegen das feilende Stahlstück gedrückt wird.

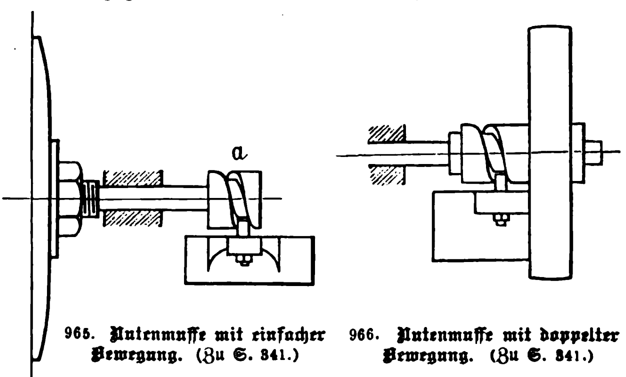


964. Schleifen der Feilen in Amerika. (Zu S. 341.)

Man sieht, daß man in Amerika eine ungemeine Sorgfalt auf das vorrichten der Feilen verwendet. Man hat dort eben auf die Handhauerei von Anfang an fast vollständig verzichtet und sich gleich für die Maschinenhauerei eingerichtet, welche an die Vorbereitung wesentlich höhere Anforderungen stellt.*)

Der schwierigste Teil der Herstellung der Feile ist nun das hauen.

Es gibt wenig Handfertigkeiten, welche eine solche Fülle von mechanischer Übung erfordern wie das feilenhauen, und der Stolz der Feilenhauer hat sich lange genug gebäumt gegen das eintreten der Maschine auf diesem Gebiete, die nun freilich von Jahr zu Jahr mehr an Bedeutung gewinnt. Und wenn man die drei einfachen Werkzeuge des Feilenhauers: Amboß, Hammer und Meißel der komplizierten Feilenhaumaschine gegenüberstellt, so ist es nicht zu verwundern, daß man bei der überaus regelmäßigen Arbeit, die der Feilenhauer zu liefern imstande ist, sich nur schwer zu der durch die Konkurrenz gebotenen Neuerung entschließt.

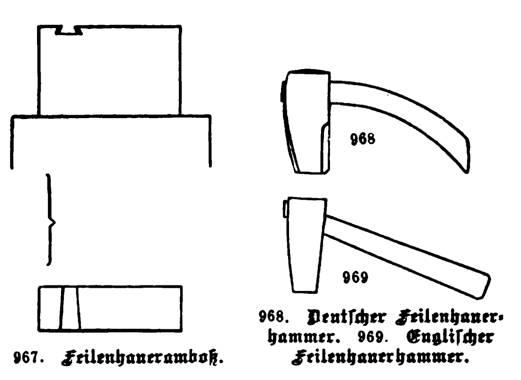


965. Nutenmuffe mit einfacher Bewegung. (Zu S. 341.) 966. Nutenmuffe mit doppelter Bewegung. (Zu S. 341.)

Amboß, Hammer und Meißel unterscheiden sich wesentlich von den sonst üblichen gleichnamigen Geräten und verdienen wohl hier eine kurze Besprechung. Der Amboß ist ein ungegliederter flacher, oft gußeiserner Klotz, der seitlich auf die hohe Kante gestellt und in den Haustock, ein einfach eingegrabenes Baumstück, eingelassen ist. Die obere Fläche, die Bahn, ist unverstählt geblieben und enthält nur (Abb. 967) einen oder mehrere schwalbenschwanzförmige Einschnitte, um etwa erforderliche Hilfswerkzeuge aufzunehmen.

*) Vergl.: Haedicke, Über die Kleineisenindustrie in Amerika. „Stahl und Eisen“ 1891, S. 212.

So kunstlos der Amboß ist, so eigenartig geformt ist der Hammer. Derselbe (Abb. 968) ist oben dick und nach der Bahn zu verjüngt; der Stiel ist krumm und in den Kopf eingefügt. Die Bahn muß klein sein, einerseits, um den Fingern für das Halten des Meißels Spiel zu lassen, anderseits, um den kleinen Kopf des Meißels genau treffen zu können. Ebenso begründet ist der eigenartige Stiel. Der Hauer sitzt vor seinem Amboß, mit dem Ellbogen wenig höher als die Bahn desselben. Bei dieser Stellung würde der winkelrecht eingesteckte Stiel außerordentlich unbequem sein; die Achse der gekrümmten Handfläche muß einen spitzen Winkel mit der des Hammers bilden, und man findet daher für ähnliche Zwecke auch Hämmer mit geradem Stiel (Abb. 969), welcher schief in den Hammerkörper eingesteckt ist. Das Gewicht solcher Hämmer liegt je nach der Schwere der Feilen zwischen 0,1 bis 4 kg.

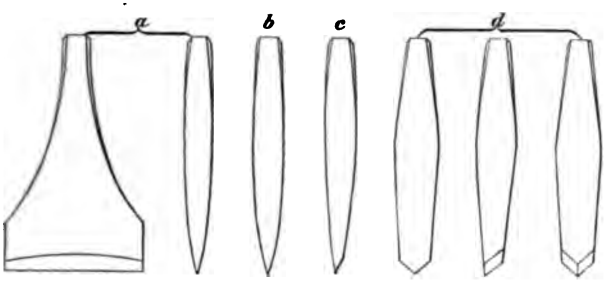


967. Feilenhaueramboß. 968. Deutscher Feilenhauerhammer. 969. Englischer Feilenhauerhammer.

Der Feilenhauermeißel hat ebenfalls eine ganz eigenartige Form und wird zwischen Zeigefinger und Daumen gehalten. Die Schneide ist (Abb. 970a) ziemlich schlank zugeschliffen und zwar für den Unterhieb (Abb. 970b) auf der einen Seite etwas gewölbt, im übrigen peinlich scharf und gerade geschliffen. In Deutschland geschieht dies noch meist auf gut gerade gehaltenen Steinen, während man in Amerika längst horizontal rotierende, mit Schmirgel und Öl versehene gußeiserne — auch bleierne — Scheiben hat, welche leichter zum Ziel führen. Ähnliche Scheiben, auch kupferne, findet man in unseren neueren Fabriken auch für andere Werkzeuge.

Die meisten Feilen haben bekanntlich zwei sich kreuzende Hiebe, von denen der erstere der eben erwähnte Unterhieb ist, mit dem sich die für weiches Material — Zinn, Blei, Holz — bestimmten Feilen begnügen müssen; die Feilfläche besteht dann aus parallelen Schneiden. Für härteres Material würden solche langen Schneiden zu sehr packen und werden daher durch den Oberhieb in Spitzen zerteilt. Für den Einzelhieb, der allein bestehen bleiben soll, wird ein einseitig geschliffener Meißel, wie in der Abb. 970c dargestellt, verwendet.

Für Raspen hat der Meißel eine dreikantspitze Form, wie in der Abb. 970d in drei Ansichten dargestellt.



970. Feilenhauermeißel und Feilenhieb.

Das Hauen beginnt an der Spitze. Die Feile liegt entweder flach auf dem Amboß auf einer Unterlage von Zinkblech, in der Regel mit etwas Sand, oder in einem Gesenk, das in den Amboßsattel eingeschoben und meist aus Blei hergestellt ist. Die Spitze und Angel werden, soweit sie vorstehen (Abb. 971), unter einen Riemen gesteckt, den der Arbeiter mit dem Fuße gespannt erhält und so die Feile fest auf die Unterlage drückt.

Der durch einen sicheren Schlag eingetriebene schräg aufgesetzte Meißel dringt in den Stahl ein und wirft dabei einen Grat auf, gegen welchen der Meißel (Abb. 970) für den folgenden Hieb gesetzt wird. Der Feilenhauer arbeitet also lediglich nach dem Gefühl, das ihn vor jedem Schlag leiten muß. Die Übung aber macht dies Gefühl so fein, daß eine geradezu mathematisch genau erscheinende Gleichmäßigkeit des Hiebes

erreicht wird, die es oft schwer macht, die von Hand gehauene Feile von der automatisch von der Maschine gehauenen zu unterscheiden. Hierin und in der feinen Anpassung des Hiebes an das Material und an den Zweck der Feile liegt der Schwerpunkt der Handhauerei. Dazu kommt noch, daß der Schlag in seiner Stärke sich nach der Breite der Feile richten muß; er ist an der Spitze zu mäßigen und muß bei Spitzfeilen in der Mitte der Feile, wo sie ihre größte Breite hat, am kräftigsten sein. Endlich muß sich derselbe ebenso der auch örtlich verschiedenen Härte des Materials anpassen, was freilich heute bei der vorzüglichen Gleichförmigkeit des Stoffes mit der Handhauerei zurücktritt.

Viel schwieriger ist das Raspenhauen. Hier fehlt jeder Anschlag, der den Feilenhauer so sicher leitet, und nur das Augenmaß gibt die Stellung des Hiebes an, unterstützt freilich durch ein sehr fein ausgebildetes Gefühl.



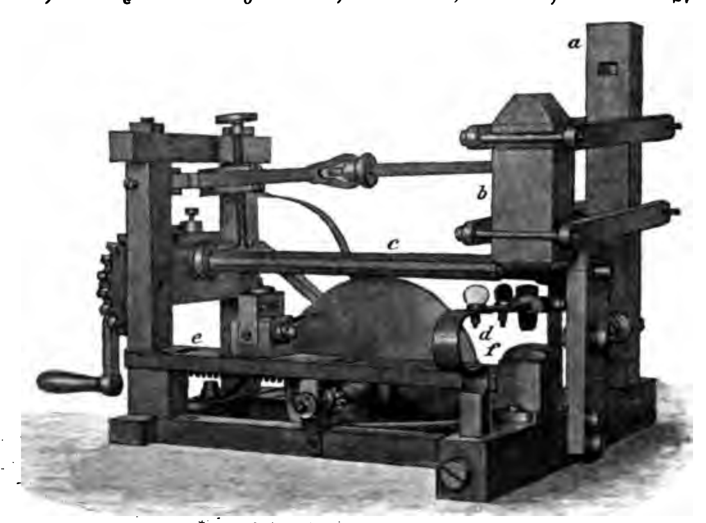
971. Feilenhauer. (Zu S. 343.)

Bei der außerordentlichen Übung, welche zum hauen der Feile erforderlich ist, lag der Gedanke nahe, die Maschine zu Hilfe zu nehmen. Und so sind denn die Bestrebungen dieser Art schon ziemlich alt. Das Germanische Nationalmuseum zu Nürnberg enthält hierfür einen hochinteressanten Beleg in Gestalt einer arbeitsfähigen, wohl durchdachten Feilenhaumaschine, deren Alter und Herkunft leider nicht bestimmt werden konnte. Dieselbe, durchweg aus Eisen gefertigt, ist in der Abb. 972 dargestellt. a ist eine Säule, von welcher aus der Hammer b vermittelst zweier Schienen parallel geführt wird. Der Antrieb desselben erfolgt durch eine Welle c, die ihn mit einem im Rücken angreifenden Daumen anhebt und sogar, von Hand getrieben, wie das oben in der Säule a sichtbare Loch und eine von oben hineingehende Stellschraube anzeigen, gegen eine als Preller dienende Feder geworfen werden soll. Der Meißel d wird von einer Bügelfeder getragen und geführt. Die Feile wird zwischen die Führungsböcke e und f gespannt, welche auf

einem Schlitten laufen und mit Hilfe der gut sichtbaren Zahnstange nebst Trieb und Sperrrad nach jedem Schlag vorrücken.

Die von dem Referenten ausgeführte Besichtigung der bis dahin unbekannten Maschine ergab, daß dieselbe nicht im Gebrauch gewesen ist, was sich leicht aus der winkelrechten Stellung des Meißels zum Schlitten erklärt, welche keinen brauchbaren Hieb geben kann.

Die Feilenhaumaschinen wurden zuerst in England und Amerika eingeführt und der Remscheider Fabrikation im Jahre 1873 durch einen Streik der Feilenhauer aufgezwungen, der von Mitte Januar bis etwa Ende Juni währte. Aus diesem Anlaß traten etwa 12 Remscheider Fabrikanten zusammen und gründeten unter der Firma „Feilenindustrie-Gesellschaft" eine mechanische Hauerei. Es wurden 10 Feilenhaumaschinen, System Dodge, aus Manchester beschafft, denen die Gründer stets genügend Feilen zum hauen zuzuführen verpflichtet waren. Indessen hatten die hier gehauenen Feilen nicht die Güte, welche die Handarbeit zu erreichen vermochte. Daher unterließ, nachdem der Streik beendet war, einer nach dem anderen, der Fabrik Feilen einzusenden; das Geschäft schlief ein und wurde liquidiert. Bei dieser Gelegenheit kaufte die Firma A. Mannesmann 5 Maschinen, Kotthaus & Busch 2, und die übrigen gingen nach Belgien. Diese 7 Maschinen bildeten den Grundstock zu der heutigen großartig ausgebildeten mechanischen Feilenhauerei in Remscheid.



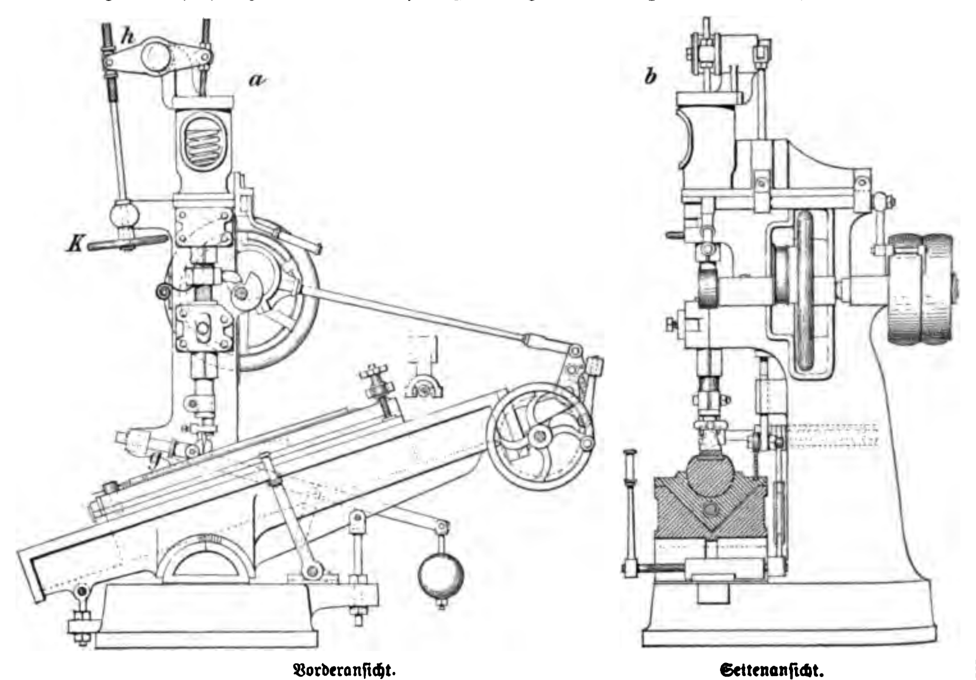
972. Alte Feilenhaumaschine.

Man verbesserte bald die Maschinen, baute neue und hatte dabei zuerst sehr viel mit dem Vorurteil des Publikums zu kämpfen, so daß einstweilen die Handhauerei noch ganz wesentlich den Vorrang behielt. Erst der 1890er Streik gab den letzten nötigen Anstoß, der Maschine wieder Aufnahme zu verschaffen, die nun inzwischen so weit vervollkommnet worden ist, daß auch das Auge befriedigt wird. Man lernte die zum Teil ganz unnötigen Eigenschaften des Handhiebes auf den Maschinenhieb zu übertragen und so auch denjenigen Anforderungen zu genügen, welche lediglich Mode und Gewohnheit zugeschrieben werden müssen. —

Der ursprüngliche Widerstand berief sich auf die mangelnde Anpassungsfähigkeit der Maschine an den Stahl, dessen Ungleichmäßigkeit, wie oben angedeutet, die Maschine nicht folgen könne. Auch könne die Maschine die Meißelstellung nicht genügend anpassen. Das alles hat sich nun gegeben. Unsere Hütten liefern längst den Stahl in der erforderlichen Gleichmäßigkeit, und der Änderung der Meißelstellung hat sich die Maschine gefügt. Dabei hat der deutsche Maschinenbau wesentliche Besserungen in die Feilenhaumaschine hineingetragen, und man ist nunmehr imstande, allen Ansprüchen gerecht zu werden und selbst solche zu erfüllen, wie das abschwächen des Hiebes nach der Spitze zu, welche stellenweise berechtigt sind, stellenweise aber auch keine andere Berechtigung als die der urteilslos übertragenen Gewohnheit haben. Allerdings verlangt die Maschine, wie weiter unten gezeigt werden wird, auch sorgfältigere Vorbereitung der Feilen, dem naturgemäß Rechnung getragen werden mußte.

Die **Feilenhaumaschinen**, von denen wir in den Abb. 973 bis 976 einige neuere, **deutsche** Systeme vorführen, haben sämtlich gewisse Teile miteinander gemeinsam, den Tisch mit dem Support zum festlegen der Feile, den Niederhalter und den Schlagstempel mit Meißel, Nase und Spannfeder, getrieben vom Daumen.

Tisch und **Stempelführung** müssen den Winkel miteinander bilden, mit welchem der Meißel auf die Feile aufgesetzt wird. Dieser Winkel ist bei manchen Systemen veränderlich. Eine derartige Einrichtung ist in der Abb. 976 getroffen. Die Stempelführung ist hier mit Hilfe einer etwas verstellbaren Scheibe am Gestell befestigt und kann auf diese Weise nach Wunsch, aber für den jeweiligen Hieb fest, eingestellt werden. Der Winkel beträgt im Mittel 17 Grad. Steht also die Stempelführung, wie es meist der Fall ist, vertikal, so muß der Tisch schräg liegen. Abb. 974 zeigt die seltenere andere Stellung, Tisch horizontal und Führung schräg, die übrigens neuerdings verlassen ist.



Vorderansicht. Seitenansicht.

973. Feilenhaumaschine mit festem, senkrechtem Kopf und schräger Bahn (Winterhoff in Remscheid).

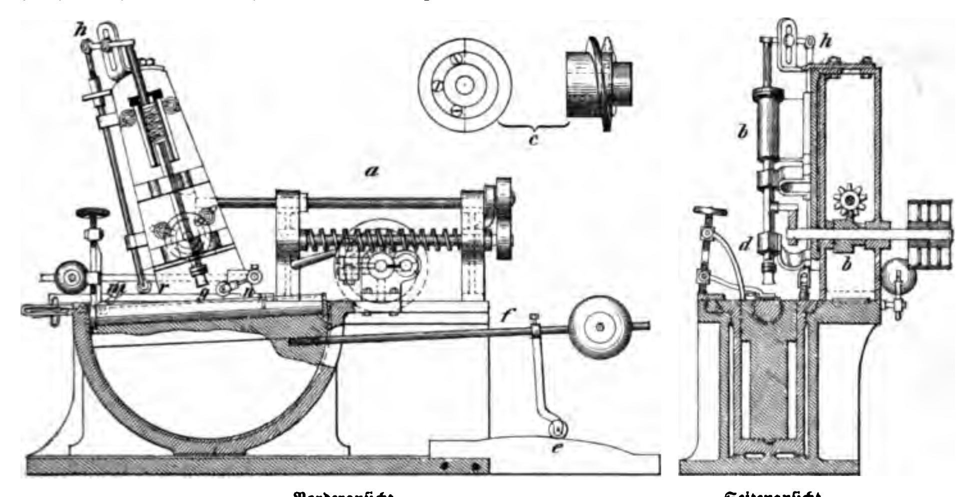
Der auf oder im Tisch sich bewegende **Support** ist zunächst in bekannter Weise geführt und wird meist durch eine Spindel und Klinkung oder durch Riemen angetrieben. Er enthält das Feilenbett, welches entweder nur festgekeilt ist, oder auch (Abb. 974b) eine cylindrische Lagerung enthält, so daß sich die Feile um eine zu ihrer Längsachse parallele Linie drehen kann. Dies ist zunächst bei Rund- und bei Halbrundfeilen notwendig und auch dann für Flachfeilen wünschenswert, wenn man der genauen Schleifung oder Parallelität der Flächen nicht sicher ist. In diesem Falle sorgt eine unmittelbar neben dem Meißel auf der Feile laufende Rolle, in Verbindung mit jener cylindrischen Lagerung, für die jederzeit horizontale Lage der Feile in der Querrichtung. Im übrigen ist die Feile in Blei gebettet, um den etwa bereits fertigen Hieb zu schonen.

Ähnlich wie jene nur in besonderen Fällen auf der Feile laufende Rolle befindet sich noch eine solche oder ein Druckstückchen (Füßchen) ebendort, welches mit einem Gewichtshebel oder auch einer Feder derart in Verbindung gesetzt ist, daß die Feile stets kräftig auf das Bett gedrückt wird, also dem Hieb gegenüber sicher liegt. Es ist dies der oben als regelmäßig wiederkehrender Bestandteil angeführte, den erwähnten Spannriemen der Handhauerei ersetzende Niederhalter, in den Abb. 973 u. 974 mit g bezeichnet. Der prismatisch geführte Schlagstempel besitzt bei d (Abb. 974) eine Nase, welche von den

spiralförmig angesetzten Daumen (Abb. 975) gehoben und nach dem ausfahren desselben durch Federkraft niedergeschnellt wird. Zuweilen ist hierfür ein Gummipuffer angebracht, während man sonst häufig eine (Abb. 973a) oder auch zwei Spiralfedern findet.

Dieser allgemeinen Grundlage der heutigen Feilenhaumaschinen ist nun behufs Anpassung an die verschiedenen Formen und Ansprüche noch manches hinzugefügt worden.

Zunächst muß die Pufferfeder stellbar eingerichtet werden, um die Stärke des Hiebes nach Bedarf zu regeln. Sie stemmt sich aus diesem Grunde gegen das Ende eines Hebels h, dessen anderes Ende durch Spindel und Handrad k (Abb. 973) bethätigt wird. Sie kann also an sich bereits mehr oder weniger gespannt werden, abgesehen von der durch das emporbrücken des Stempels vor jedem Schlag hervorgebrachten Spannung. Dieser Schlag soll aber auch während des Ganges geändert werden können, um ihn in der breiten Mitte der Feile zu verstärken und nach den Enden zu abzuschwächen. Dies wurde bis vor wenigen Jahren in der genannten Weise von Hand besorgt, soweit überhaupt auf diesen Umstand Rücksicht genommen wurde. Zur Zeit jedoch arbeiten die



974. Feilenhaumaschine mit horizontaler Bahn und schwingendem Amboß (System Zenses).

Maschinen meist automatisch. Es geschieht durch eine der Form der Feile entsprechende Schablone mn, welche am Support befestigt ist und sich also mit diesem voranbewegt. Auf derselben läuft eine Rolle r, welche durch ein Gestänge mit dem uns bereits bekannten Hebel h in Verbindung steht, so also, daß die Feder gespannt wird, wenn die Feile auf ihrer breiten Mitte gehauen wird, und nachgelassen, wenn die schmaleren Stellen sich in Bearbeitung befinden. Da ferner die Stärke des Schlages auch von dem Schlagwege abhängt, der bei bauchigen Feilen in der Mitte geringer ist, so muß die Schablone hier noch eine besondere, diesem Umstand angepaßte Erhöhung erhalten.

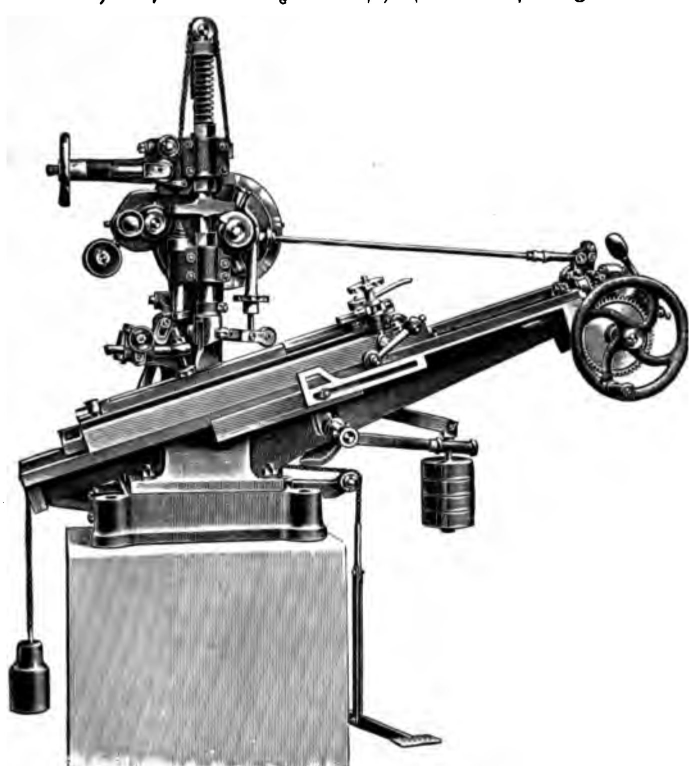
Die Verfeinerung des Hiebes nach der Spitze zu hat ursprünglich seinen Grund in der bei dünneren Feilen dort verminderten Widerstandsfähigkeit, welche dann den zur Erhaltung der Tiefe erforderlichen schweren Schlag nicht erträgt. Es hat sich dies im Laufe der Zeit auch auf andere Feilen übertragen und wird nunmehr vom Händler zuweilen da gefordert, wo es an sich nicht nötig ist, muß also vom Fabrikanten berücksichtigt werden.

Eine weitere Anpassung an die Feilenform wird durch die Konstruktion Zenses, Joh. Gottlieb Peiseler-Remscheid, erreicht. Bei bauchigen Feilen nämlich wird der Winkel, in welchem der Meißel auftrifft, nach der Spitze zu kleiner und nach der Angel zu größer werden und nur in der Feilenmitte demjenigen entsprechen, auf welchen die Maschine gestellt ist. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, hat zunächst (Abb. 976*) die Maschinenfabrik vormals Petschke & Glöckner, A.-G. in Chemnitz, den

*) „Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge", 1898.

Supportschlitten gewölbt. Dies paßt aber nicht für gerade Feilen, ist also nur dann angebracht, wenn Bedarf genug für einigermaßen ähnlich gewölbte Feilen vorliegt. Zenses u. a. machen (Abb. 976) daher den ganzen Tisch beweglich, so daß er sich um den mittleren Auftreffpunkt des Meißels dreht, und bringen ihn durch einen Gewichtshebel f in Abhängigkeit von einer Schablone e, deren Wölbung der der jedesmal zu hauenden Feilengattung entspricht. Hiermit wird gleichzeitig mit genügender Annäherung das oben erwähnte Ziel erreicht, die Fallhöhe des Meißels gleichmäßig zu erhalten, unabhängig von der Wölbung der Feile.

Schoeffel (Feilenfabrik Boehler, Wien) läßt außerdem den ganzen Support sich etwas heben, wenn der Hieb verschärft werden soll. Ferner werden (Zenses und Schoeffel) die Feilenhaumaschinen neuerdings mit einer Einrichtung versehen, welche den Hieb nach der Spitze zu selbstthätig verengt, um auch etwaigen diesbezüglichen Wünschen Rechnung zu tragen.



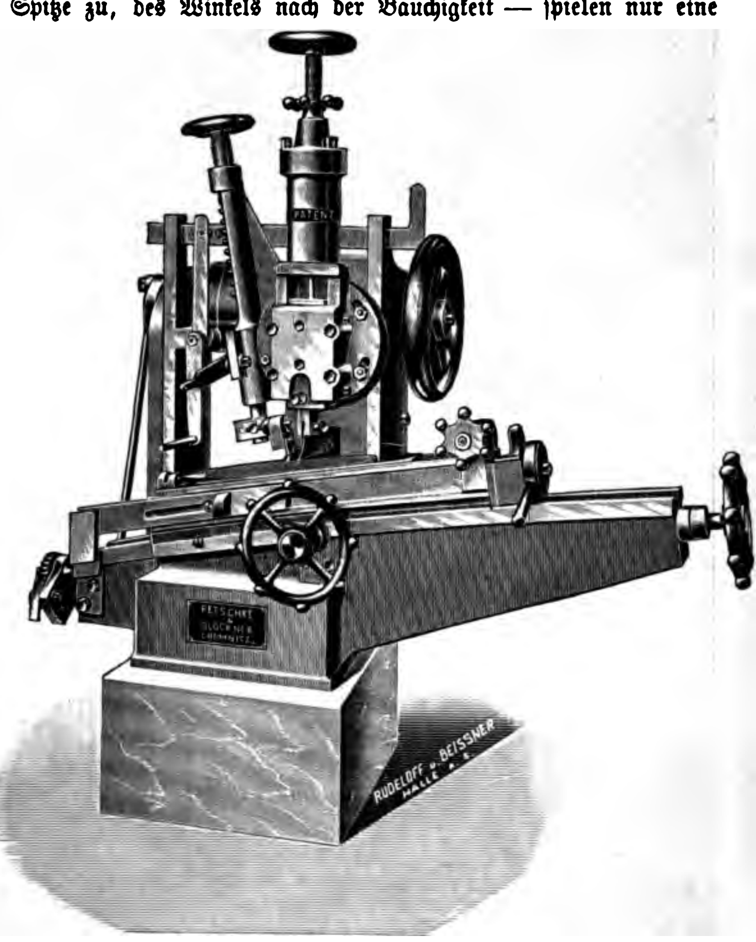
975. Feilenhaumaschine mit festem Kopf und schräger Bahn. (Béché & Grohs, Hückeswagen.)

Der Antrieb des Supports erfolgt bei den älteren Maschinen gleichmäßig durch Riemen und Schnecke, bei den neueren Maschinen ruckweise, dem jedesmaligen Hieb entsprechend. Bei der Zensesmaschine erfolgt dies dadurch, daß die auf der Antriebswelle befindliche Schnecke b, welche die Bewegung der Spindel und damit des Supports einleitet, nicht auf dem ganzen Umfang mit Gängen versehen ist, wie aus der Abb. 974 zu erkennen. Während also die Daumenwelle gleichmäßig umgeht, erhält der Support nur so lange Vorschub, als die Schneckengänge eingreifen, und bleibt während der übrigen Zeit stehen, wie es übrigens beim Vorschub durch Sperrklinke ebenfalls stattfindet.

Für das Hauen von Rundfeilen benutzt die berühmte Feilenfabrik von Dißton in Tacony bei Philadelphia eine besondere Maschine, bei welcher die Feile vertikal eingespannt wird und sich während des Hauens selbstthätig dreht, so daß sich der Hieb in schönen Spiralen auf der Feile bildet. Diese Feilen arbeiten besser, weil sich die zwischen den Hiebreihen liegenden Nuten decken. Sonst werden die Halbrund- und Rundfeilen auf der gewöhnlichen Haumaschine nach jedesmaligem Durchgang von Hand verstellt. In Remscheid sind jedoch neuerdings Feilenhaumaschinen der üblichen Bauart derart eingerichtet worden, daß darauf Rundfeilen und Halbrundfeilen spiralförmig gehauen werden können.

Die Zahl der heute vorhandenen Feilenhaumaschinen ist sehr groß, namentlich seitdem Deutschland sich an der Herstellung derselben beteiligt hat. — Die ersten in Deutschland thätigen Feilenhaumaschinen waren durchweg englische oder amerikanische. Der deutsche Maschinenbauer studierte an ihnen zuerst die Eigenheiten und begab sich dann — es sind kaum mehr als 20 Jahre her — selbst an die Verbesserungen. Er hatte dabei einen

nicht ganz leichten Kampf mit den Gewohnheiten und den Vorurteilen zu führen. Man wollte zuerst durchaus nichts vom Maschinenhieb wissen, obwohl nicht einzusehen war, warum der von einem Meißel aufgetriebene Grat anders sein solle, wenn der Meißel von Hand- oder vom Maschinenhammer geschlagen wird. Solange freilich der Stahl nicht gleichmäßig hart war, konnte sich die Hand eher den harten Stellen anpassen, als der Maschinenhieb. Aber wir haben längst gelernt, gleichmäßigen Stahl zu fertigen. Die sonstigen Feinheiten, welche wir oben besprochen haben — Änderung der Feinheit und Tiefe des Hiebes nach der Spitze zu, des Winkels nach der Bauchigkeit — spielen nur eine geringe Rolle, haben aber doch als Gründe gegen die Maschinenfeile gedient. — Noch heute gibt es Händler, welche die Handhauerei vorziehen und genau den Hieb auf seine Herkunft prüfen. Derselbe ist an den schönen geraden Linien zu erkennen, welche die Spitzen bilden und welche der Handhieb trotz aller Übung nicht zu liefern vermag. Aber auch hier hat die Intelligenz des Maschinenbauers Aushilfe gefunden. Er verwendet eine ähnliche Vorrichtung wie die, welche wir zur Veränderung der Hiebweite kennen gelernt haben, und versieht die betreffende Schablone (Pat. Schoeffel) mit unregelmäßigen Vertiefungen, so daß der Vorschub die wenn auch außerordentlich leichten Unregelmäßigkeiten erhält, welche die Handfeile zeigt. Hieran kann nun auch der penibelste Händler nichts auszusetzen haben.



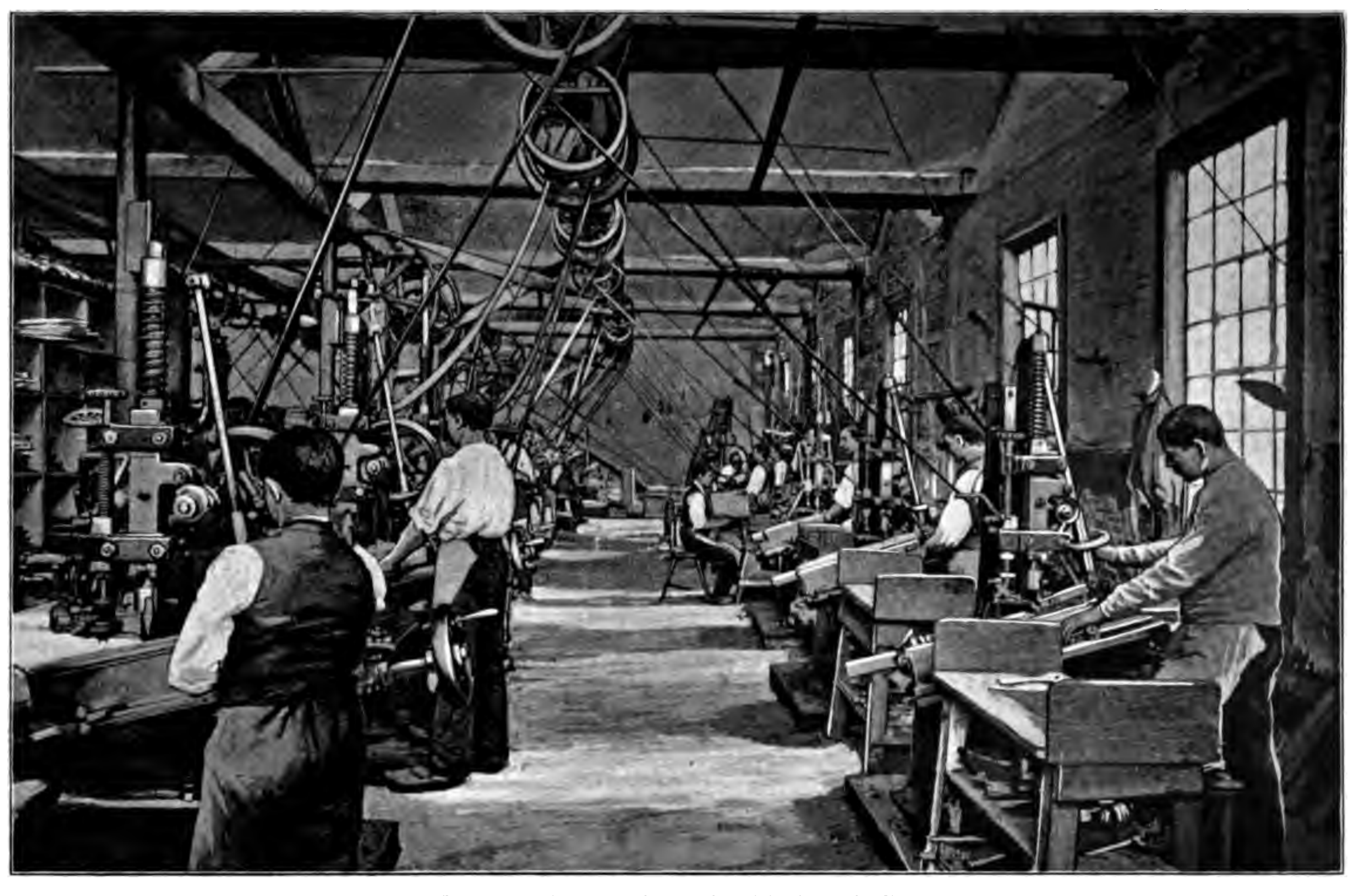
976. *Feilenhaumaschine mit verstellbarem Kopf und gewölbter Bahn.*

Abgesehen von allen diesen Verschiedenheiten sind die Feilenhaumaschinen natürlich auch andere für die einzelnen Feilengrößen, so daß man in einer Feilenfabrik (Abb. 977) meist eine große Zahl der mannigfachsten Maschinengattungen findet.

Nach dem Hauen werden die Feilen, zuweilen mit Holzkohlenpulver, ausgerieben, um alle etwa hineingefallenen Späne, Staub u. s. w. zu entfernen, und nunmehr dem Härten überwiesen.

Das Härten der Feilen erfolgt in drei Stufen: überziehen, glühen und ablöschen.

Würde man die Feilen ungeschützt der Glut aussetzen, so würden die feinen Spitzen, auf deren Güte es ja besonders ankommt, leicht durch Überhitzung oder Entkohlung — Einwirkung des in der Flamme und auch beim Hantieren in der freien Luft enthaltenen Sauerstoffes — leiden. Sie müssen daher geschützt werden, was durch irgend eine



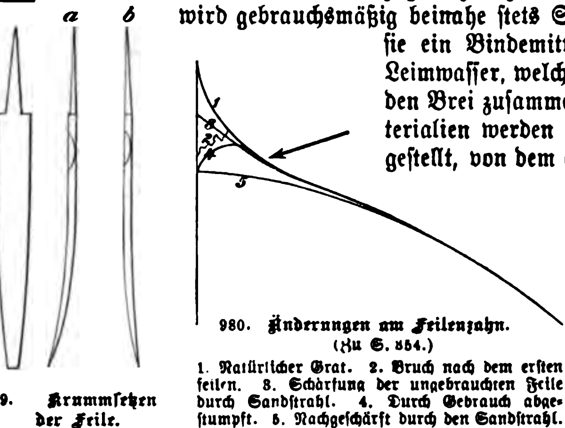
977. Maschinenfeilenhauerei von Gottlieb Corts in Remscheid.



978. Härterei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid.

haftende Schicht mehr oder weniger erfolgreich geschehen kann. Die Praxis hat hier ausschließlich zu kohlenstoffhaltigen Körpern geführt, welche sämtlich imstande sind, nicht nur zu schützen, sondern auch noch zementierend zu wirken.

Die hier wirksamen Materialien sind Kohlenstaub, Graphit, Ofenruß oder namentlich ein für diesen Zweck besonders vorbereiteter Stoff, das Klauenmehl: geröstete Lederabfälle, Klauen- und Hornstücke u. s. w., welche zu einem groben Pulver zermahlen werden und sich vorzüglich zum zementieren eignen. Diesen Materialien wird gebrauchsmäßig beinahe stets Salz hinzugesetzt. Ferner erhalten sie ein Bindemittel, wie Hefe (Bierreste), Mehl, Leimwasser, welches mit ihnen zu einem gut haftenden Brei zusammengerührt wird. Von diesen Materialien werden alle möglichen Stufen zusammengestellt, von dem einfachen Gemenge von Bierresten mit Graphit bis zur sorgfältigsten Mischung von Klauenmehl, Leimwasser oder Mehl und Salz. Hiermit werden die Feilen, soweit sie gehärtet werden sollen, sorgfältig eingerieben, worauf sie noch in der trockenen Mischung herumgewälzt und dadurch überaus vollkommen geschützt und zum zementieren vorbereitet werden.

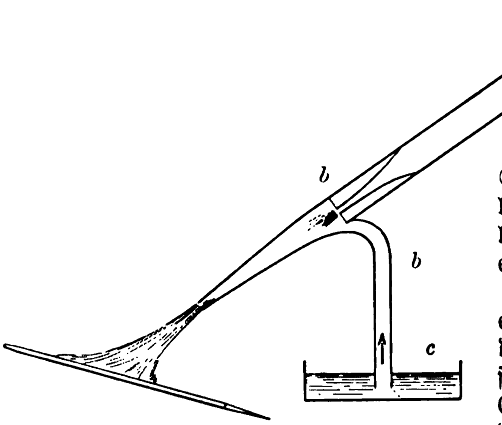


979. Krummsetzen der Feile.

980. Änderungen am Feilenzahn. (Zu S. 354.)
1. Natürlicher Grat. 2. Bruch nach dem ersten Feilen. 3. Schärfung der ungebrauchten Feile durch Sandstrahl. 4. Durch Gebrauch abgestumpft. 5. Nachgeschärft durch den Sandstrahl.

Das glühen geschieht in der freien Flamme, wobei die Feilen auf einen Rost gelegt werden, ferner im Koksfeuer, in glühendem Kleinkoks, bei kleineren Feilen auch, auf Holzkohle u. s. w. gelagert, in Muffen, offenen Kästen oder endlich auch im glühenden Blei.

Hierbei ist selbstverständlich das abpassen der richtigen, von der jeweiligen Natur des Stahls abhängigen Glühstufe von außerordentlicher Bedeutung, und es werden daher für diese Arbeit nur die zuverlässigsten Leute gewählt. Am geringsten ist diese Schwierigkeit bei der Bleihärtung, weil die mächtigen, hier in Anwendung kommenden Bleimassen, wenn sie einmal die richtige Glut erhalten haben, nur langsamen Schwankungen derselben ausgesetzt sind und innerhalb dieser Schwankungen stets genau gleiche Glühfarbe liefern. Hierzu tritt noch die große Bequemlichkeit, mehrere Feilen gleichzeitig dem Bade entnehmen zu können.



981. Sandstrahlgebläse. (Zu S. 354.)

Sobald die Feilen die richtige Glühfarbe erreicht haben, werden sie abgelöscht. Hierzu dienen (Abb. 978) mächtige, mit Salzwasser gefüllte Bottiche, die häufig, namentlich wenn ihre Größe der Beanspruchung nicht völlig entspricht, durch Wasserschlangen gekühlt werden. Der Salzgehalt des Härtewassers ist an sich nicht durchaus erforderlich, dem härten aber insofern günstig, als erfahrungsmäßig Salzwasser schneller kühlt und ruhiger bleibt, als reines Wasser. In der Regel wird sogar die Lösung durch Überschuß an Salz konzentriert erhalten. Dazu tritt die bei den recht lange Zeit gefüllt erhaltenen Bottichen sehr nützliche fäulniswidrige Eigenschaft des Salzwassers; gewöhnliches Wasser würde durch die abfallenden organischen Bestandteile des Feilenbezuges sehr bald einen unerträglichen Geruch verbreiten. Endlich ist das Salzwasser nicht so leicht unbeabsichtigten Verunreinigungen ausgesetzt, welche die Härtefähigkeit des Wassers unter Umständen ganz in Frage stellen können.

Beim härten verlieren die Feilen häufig ihre gerade Richtung, sie „ziehen“ sich. Oft geschieht dies schon beim glühen, indem die durch das schmieden in die Feilen hineingebrachten Spannungen sich auszugleichen streben. Der Härter korrigiert dies vor dem eintauchen, zuweilen auch, wenn auch nur bei gewissen Feilen, nach kurzem abschrecken, durch einen leichten Schlag. Das ziehen wird dagegen regelmäßig bei unsymmetrisch geformten oder gehauenen Feilen beobachtet. Flachfeilen, welche auf der einen hohen Kante ungehauen geblieben sind, erfahren naturgemäß auf der gehauenen Kante durch die hier größere Abkühlungsfläche eine schnellere Abkühlung als auf der anderen und ziehen sich mit derselben — der gehauenen — hohl. Der Härter setzt sie aus diesem Grunde schon vorher krumm, so also, daß die gehauene Seite etwas konvex gestellt wird. Bei den



982. Sandstrahlbläserei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid. (Zu S. 354.)

halbrunden Feilen tritt dies besonders stark hervor; sie werden vor dem ablöschen mit der flachen Seite (Abb. 979) konkav gesetzt und richten sich dann beim härten gerade.

Dies hängt übrigens noch von der Natur und der Zusammensetzung des Stahls ab. Moritz Böker in Remscheid hat nachgewiesen, daß ein Mangangehalt in Bezug auf das ziehen beim ablöschen — vergrößern oder verkleinern des Volumens — genau entgegengesetzt dem Kohlengehalt wirkt, so daß also Stahl denkbar ist, der sein Volumen beibehält, sich also nicht zieht, wie solcher, der umgekehrt, wie angegeben, gesetzt werden muß.

Die Feilen werden nunmehr sorgfältig durch in der Neuzeit auch mechanisch getriebene Bürsten von dem Belag gereinigt, wozu bisweilen auch mit Schwefelsäure versetztes Wasser verwendet wird, sehr sorgfältig abgespült, in Kalkwasser getaucht, getrocknet, wieder ausgebürstet, geölt, durch eintauchen in geschmolzenes Blei an der Angel nachgelassen, damit diese wieder weich wird, und endlich gestempelt. — Zu diesen Vorgängen, denen die Feile unterworfen wird, ist in der Neuzeit noch das blasen der Feilen getreten.

a

b

983. Schärfen durch beizen. (Zu S. 356.)



986. Schleiferei der Feilenfabrik von Gottlieb Corts in Remscheid.

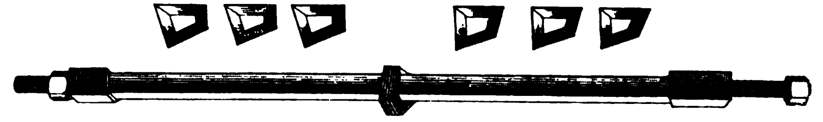
Dem von Binder eingeschlagenen Wege folgend, schärft neuerdings Erlenwein in Edenkoben die Feilen mit Hilfe schnell umlaufender Drahtbürsten mit schrägstehenden Bündeln unter Zugabe an Sand, Schmirgel und ähnlichen Materialien, welche genau wie beim Sandgebläse an den oberen Flächen der Zähne (Abb. 980) entlang geführt werden.

Man hat auch das beizen zum schärfen der Feile verwendet. Abb. 983a zeigt irgend eine Schärfe — man kann auch Klingen in dieser Weise behandeln — in sehr vergrößertem Maßstabe. Nimmt man auf beliebigem Wege, wie punktiert angegeben, etwa durch beizen in verdünnten Säuren oder indem man das Objekt zum positiven Pol eines galvanischen Stromes macht, eine Schicht des Materials fort, so muß die Krümmung an der Schneide oder Spitze geringer werden. Da nun alle Schneiden, mikroskopisch gesehen, mehr oder weniger derartige Krümmungen zeigen, so ist klar, daß mit diesem Vorgang eine Schärfung, und oft eine genügende, verbunden sein muß.

987. Feile von Ludwig Müller.

Dieser Vorgang wird noch durch Gasentwickelung verschärft, wenn man die Spitze (Abb. 983b) nach oben kehrt. Die sich entwickelnden Gasblasen steigen naturgemäß nach oben und können nur dort dauernd haften bleiben. Indem sie letzteres thun, schützen sie die äußerste Spitze oder Kante vor der Wirkung der Säure, so daß dieselbe noch weniger abgerundet wird, als es die Abb. 983a zeigt. Das Verfahren gelingt indessen nicht bei Anwendung eines galvanischen Stromes, da in diesem Falle die Gasblasen sich nur an der Kathode (dem negativen Pol) zeigen.

Die Schwierigkeit des schärfens abgenutzter Feilen hat zu zusammengesetzten Feilen geführt. Abb. 984 zeigt eine solche, welche aus quadratischen auf zwei Seiten schräg angeschliffenen Platten zusammengesetzt ist, die auf einen viereckigen Dorn gesteckt und am Ende durch eine Schraube zusammengehalten werden. Die Löcher sind etwas länglich gestaltet, so daß die Platten schief gestellt werden können. In dieser Lage werden sie



988. Feile mit geknickten Platten.

(Abb. 985) geschliffen. Gerade gestellt, geben sie dann eine geraubte Fläche, welche sich zum feilen von Holz u. s. w. eignet; für Metall ist sie nicht vorteilhaft, da die breiten Schneiden zu sehr packen. Ludwig Müller in Dresden wendet aus diesem Grunde (Abb. 987) gerippte Plättchen an, welche er auch mit Schwalbenschwanz auf eine Leiste schiebt. Hier entstehen beim schrägen anschleifen Spitzen, welche geeigneter für Metallbearbeitung sind, als die Schneiden der Plattenfeile (Abb. 985). Aber die Spitzen stehen immer noch in einer Linie winkelrecht zur Feilenachse, was man gern der sanfteren Arbeit wegen vermeidet. Man ist deswegen, Richard Wagner in Chemnitz, wieder zur ersten Gattung zurückgegangen, gibt aber den wiederum gerippten Platten (Abb. 988) einen Knick. Dadurch kommen die Linien der Spitzen, wie es bei einer Feile sein soll, schräg zu stehen.

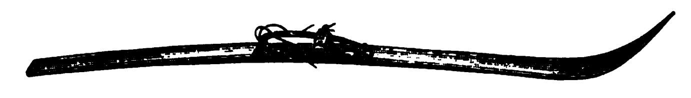


989. Bezugsfeile.

Eine recht praktische Art, das schärfen der Feilen zu umgehen, ist ebenfalls von Ludwig Müller in Dresden ins Leben gerufen worden. Er gibt der Feile ein für allemal einen festen Kern — ein flaches, glattes Stück Stahl mit Heft — und belegt diesen mit zwei flachen, zweiseitig gehauenen Stahlplatten (Abb. 989), welche an der Spitze und am Heft verhakt und durch drehen des letzteren angespannt werden. Ist die Fläche stumpf geworden, so wird sie zunächst umgedreht. Ist auch die zweite Seite abgenutzt, so wird das Blatt verworfen. — Diese „Bezugsfeile" hat den großen Vorteil, daß sie sehr leicht ausfällt. Allen diesen Feilen aber ist noch der Vorzug gemeinsam, daß sie aus bestem Stahl gefertigt werden können, ohne verhältnismäßig teuer zu sein, und sich namentlich für solche Verhältnisse eignen, welche die volle Unabhängigkeit von Gelegenheiten zum aufhauen wünschenswert machen. Eine Kiste voll Platten dieser Gattung Feilen enthält so viel Feilfläche, wie das vielfache Gewicht der massiven Feilen entsprechender Art.

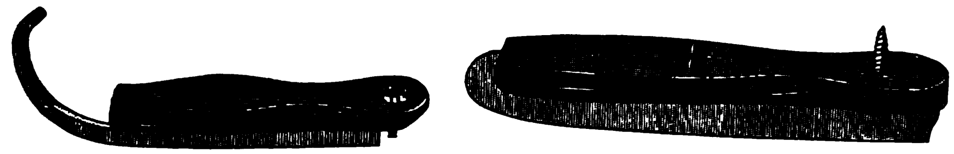
Die Herstellung des Schlittschuhes.

Was das moderne Fahrrad auf der glatten Straße, was der uralte Sky (Abb. 990) oder der Schneeschuh auf den weißen weiten Winterflächen, das ist der Schlittschuh auf dem Eise, der Flügel, den sich der Mensch anfügt, um mit dem Vogel um die Wette die Entfernungen zu kürzen. Dabei ist Schlittschuhlaufen ein uralter Sport. In der Stadtbibliothek zu Bern befindet sich ein zu einem Schlittschuh zubereiteter Pferdeknochen, unzweifelhaft aus der Zeit der Pfahlbauten.*)



990. Schneeschuh.

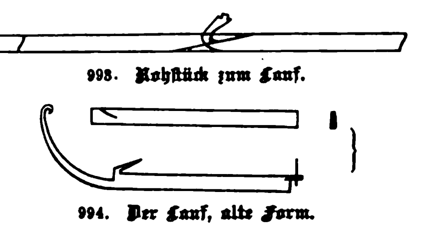
Der Schlittschuh besteht aus drei Hauptteilen: dem Lauf, der Sohlplatte und dem Befestigungszeug. Alle drei Teile waren bei dem alten Holzschlittschuh, den unsere Jugend kaum mehr kennt, recht einfach. Das Sohlstück war (Abb. 991 u. 992) ein einfaches, kunstlos geschnitztes Stück Holz, dem der eiserne Lauf ebenso kunstlos eingefügt wurde. Und zur Befestigung diente neben einer für die Spitze des Fußes bestimmten Schleife meist ein langer Riemen, dessen Wirkung wohl auch durch zwei kleine an der Ballenstelle aus dem Holz hervorstehende Spitzen (Abb. 992) gesichert wurde. Dazu trat eine aus dem hinteren Ende des Holzes vorspringende kräftige Spitze, deren zu einer



991 u. 992. Hölzerne Schlittschuhe.

Schraube verlängerter Schaft gleichzeitig (Abb. 991) den Lauf faßte und welche später selbst in eine Schraube umgewandelt wurde (Abb. 992), um in den Hacken des Stiefels eingedreht zu werden.

So einfach wie der alte Schlittschuh, so einfach war — und ist heute noch — die Herstellung desselben. Das Holz wird von dem „Hölzer“-, jetzt „Schlittschuhholzfabrikanten“ geschnitzt und auf möglichst einfache Weise mit den Riemenlöchern und dem Schraubenloch versehen. Der Lauf wurde aus Stabeisen, welches im günstigen Fall einseitig verstählt worden war, ausgestreckt und in seine eigentümliche Form gebracht. Das war eine richtige Arbeit für den damaligen bergischen Kleinschmied, in der er seine traditionelle Geschicklichkeit lohnend verwerten konnte; und nirgends blühte diese Industrie so, wie in Remscheid.



993. Rohstück zum Lauf.

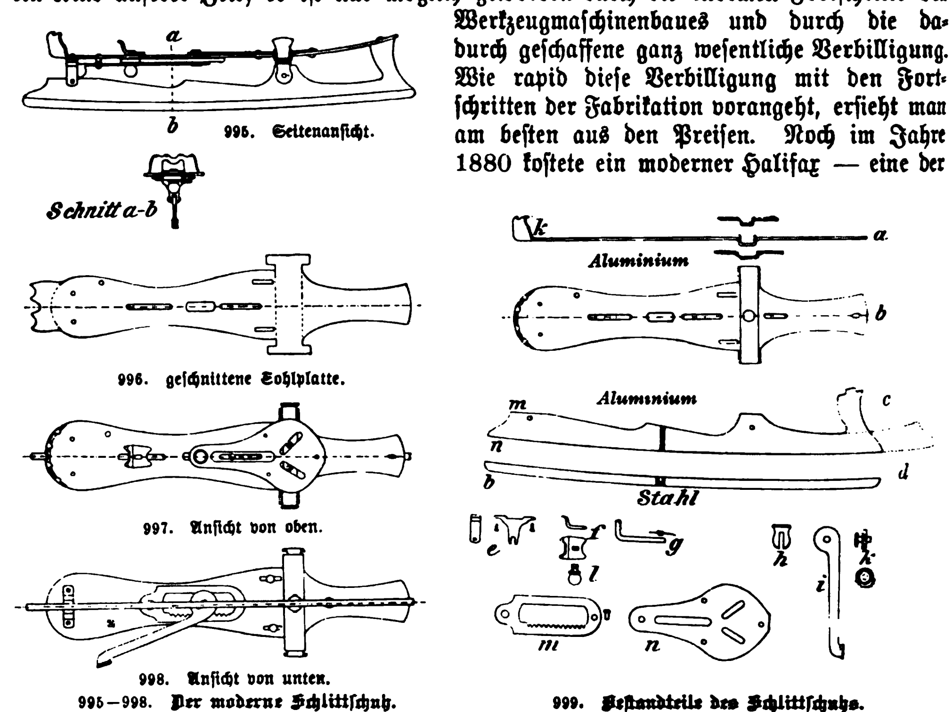
994. Der Lauf, alte Form.

Die heutige Fabrikation des hölzernen Schlittschuhes unterscheidet sich wenig von der früheren. Doch hat sie an den Fortschritten insofern teilgenommen, als der Schmied eine bereits vorgewalzte und verstählte Stange für den Lauf zur Verfügung hat (Abb. 993 und 994), so daß die Schmiedearbeit ganz wesentlich vermindert wurde. Die aus der Zeichnung leicht zu erkennende Herstellung ist heute noch Hausindustrie; der eine macht dies, der andere jenes, aber die Zusammenstellung erfolgt in so geringen Mengen, daß der Artikel keine besondere Bedeutung mehr besitzt.

*) „Deutsche Turnerzeitung“ 1898, Nr. 4.

Ganz anders liegt es mit dem modernen Schlittschuh (Abb. 995). Das Holz ist hier durch die Platte ersetzt, und das Riemenzeug zum größten Teil oder auch ganz durch Mechanismen der verschiedensten und oft überaus sinnreichen Art. Der heutige Schlittschuh aber würde, nach der alten Manier gefertigt, einen so hohen Preis erhalten, daß er als ein Luxusgegenstand erster Gattung angesehen werden müßte und eine nur geringe Verbreitung haben könnte. Und wenn jemand vor 40 Jahren — was vielleicht auch der Fall gewesen sein wird — einen Mechanismus gefunden haben würde, welcher imstande war, den Riemen zu ersetzen, so würde er zunächst Mühe gehabt haben, den Mechanismus fertigzustellen, und sicher nicht imstande gewesen sein, ihn mit Vorteil zu fabrizieren; der Preis würde das gewohnte Maß allzusehr überschritten haben.

Der heutige Schlittschuh ist, wie das Fahrrad, ja eigentlich wie alle modernen Artikel, ein Kind unserer Zeit; er ist nur möglich geworden durch die enormen Fortschritte des Werkzeugmaschinenbaues und durch die dadurch geschaffene ganz wesentliche Verbilligung. Wie rapid diese Verbilligung mit den Fortschritten der Fabrikation vorangeht, ersieht man am besten aus den Preisen. Noch im Jahre 1880 kostete ein moderner Halifax — eine der



995. Seitenansicht.

996. geschnittene Sohlplatte.

997. Ansicht von oben.

998. Ansicht von unten.

995—998. Der moderne Schlittschuh.

999. Bestandteile des Schlittschuhs.

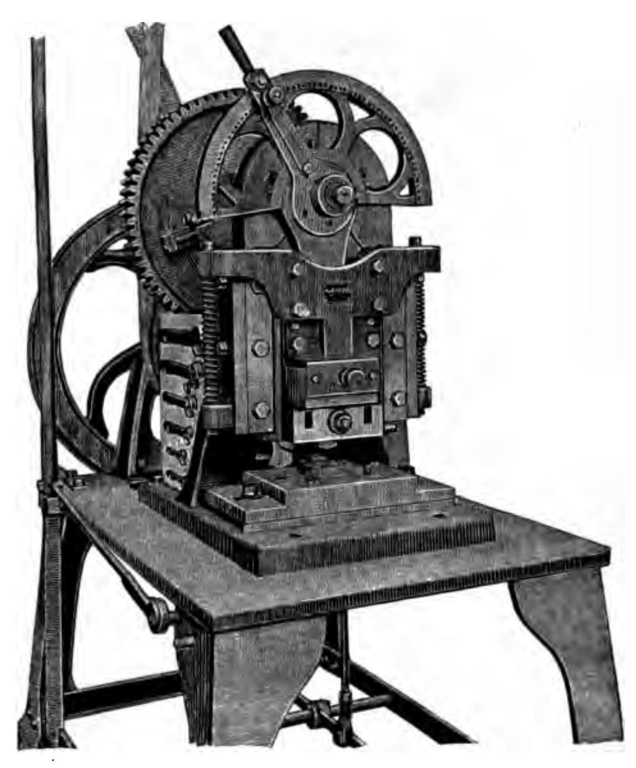
ersten riemenlosen Konstruktionen — etwa 6.50 Mark das Paar, und heute kauft man mindestens gleichwertige Systeme zu 2 Mark. Dafür hat man heute aber auch Fabriken, welche mit den besten Maschinen ausgestattet sind und die Handarbeit fast ganz beseitigen, und außerdem infolge des niedrigen Preises einen wesentlich höheren Bedarf.

Die Fabrikation des heutigen Schlittschuhes ist, abgesehen von einzelnen Tüfteleien, welche jeder Fabrik dieser Art ihren Sonderstempel aufdrücken, mit dem gesamten Wesen der Fabrikation aber wenig zu thun haben, recht einfach. Die Teile werden sämtlich auf mechanischem Wege, durch den Schnitt oder durch schlagen, auch wohl tempern hergestellt, einzeln gepließt und poliert, bei guter Ware vernickelt oder gar damasciert und nach dem zusammenstellen meist ebenfalls mechanisch vernietet.

Die Abb. 995—998 zeigen Ansicht und Schnitt und Abb. 999 die sämtlichen Bestandteile eines unserer modernsten Schlittschuhe „Viktoria“, dessen Sohlplatte aus Aluminium besteht. Sie ist in der vorderen Hälfte behufs Aufnahme der Schieber (vergl. Abb. 999 a u. b) durchgekröpft und außerdem hier sowohl, wie am Hackenende, der Kappe, bei k aufgebogen. Demzufolge haben wir es mindestens mit vier Operationen zu thun: 1. ausschneiden der vollkommen gestreckt gezeichneten Platte, wie in Abb. 996

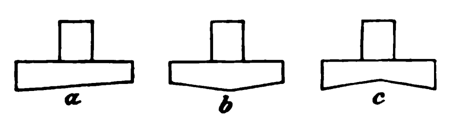
angegeben, 2) ausschneiden der Öffnungen, 3) pressen der Durchkröpfung (Abb. 997) und 4) aufbiegen der Kappe.

Das ausschneiden der Sohlplatte (Abb. 1002) erfordert eine ziemlich kräftige Presse, und dies hier, bei Aluminium — der Schlittschuh kann selbstverständlich in gleichen Dimensionen, nur etwa in geringeren Stärken aus Stahl- oder Eisenblech hergestellt werden — weniger wegen der Schnittkraft als wegen der großen Breite des Schnittes. Der Stempel wird bei solchen Schnitten stark auf biegen beansprucht und erfordert deswegen sehr kräftige Führungen. Hierzu kommt, daß man die Stempel niemals auf der ganzen Fläche mit einem Male angreifen läßt, sondern die Schneide, wie in der Abb. 1001 an einem einfachen Beispiel in dreierlei Art angegeben, schief zur Angriffsebene stellt, so daß der Schnitt nach und nach erfolgt. Eine solche Presse ist in der Abb. 1000 dargestellt. Auf der gleichen Presse, oder auch auf einer leichteren werden dann die beiden anderen Operationen vollzogen: das durchpressen der Kröpfung und das aufrichten der Kappe, wobei das einbiegen der Spitzen recht gut gleich mit erfolgen kann; sonst wird dies von Hand über einen Sattel gehämmert. Die für die Bewegung der Stifte der Platte (Abb. 997 u. 998) erforderlichen Löcher, sowie die anderen länglichen Löcher können gleich beim ersten Schnitt mit durchgepreßt werden, falls die Presse genügend stark erscheint; im anderen Falle muß noch ein Schnitt speziell für diese erfolgen.

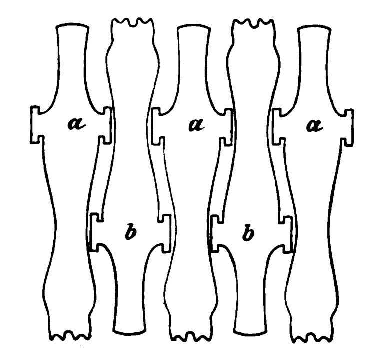


1000. Exzenterpresse von Schröder, Remscheid.

In gleicher Weise wie die Sohlplatte werden die Teile m und n der Abb. 999 aus



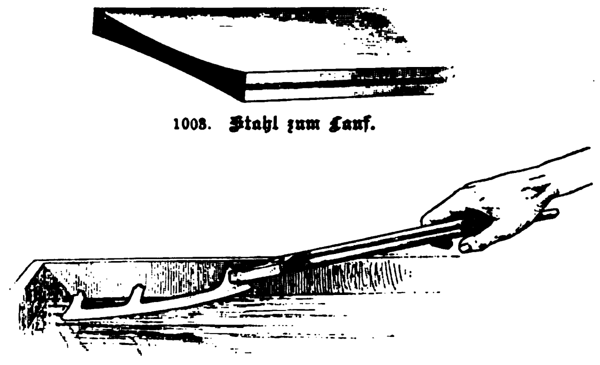
1001. Der Schnittstempel.



1002. Ausschneiden der Sohlplatte.

Blech geschnitten; auch der Hebel i wird auf diese Weise hergestellt — zunächst flach, und durch einen besonderen Druck gebogen. Jeder dieser Vorgänge erfordert also einen besonderen Sattel für die Presse oder, wie etwa im letzten Falle, für die Handarbeit. Das innere Hackenstück f wird erst flach geschnitten und dann in seine eigentümliche Form

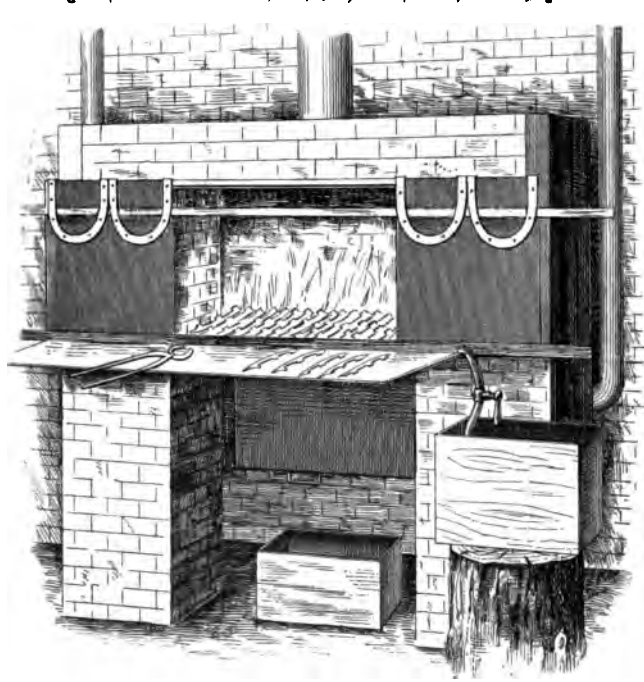
gepreßt. Bei dem Teil m werden die Löcher, Schlitze und selbst die Zähne gleich mitgeschnitten. Dagegen eignet sich der Steg e nicht zum Schnitt; er wird daher aus Temperguß gefertigt oder aus Schmiedeeisen geschlagen. Noch mehr Spielraum hat der Fabrikant bei dem Sohlenhaken g, welcher sowohl aus starkem Blech geschnitten und gebogen als auch geschlagen oder in Temperguß gebildet werden kann. Die Herstellung aus Blech würde der einzuarbeitenden Zacken wegen am wenigsten zu empfehlen sein; am besten wäre der Widerstandsfähigkeit dieser Zacken halber die Herstellung durch schlagen aus Stahl.



1003. Stahl zum Lauf.

1004. Härten des Laufs.

Es bleibt nun noch die Herstellung des Laufes zu besprechen. Derselbe hat im vorliegenden Fall nicht die allgemein übliche Form. Er besteht hier aus Aluminium und einem stählernen Schuh (Abb. 999c und d). Der übliche Schlittschuh hat einen stählernen oder verstählten Lauf mit dem bekannten nach oben etwas verjüngten Querschnitt. Dieser Stahllauf, der, wie oben ausgeführt, früher die Hauptarbeit am Schlittschuh vorstellte, wird jetzt in der angegebenen Form, und zwar gleich verstählt, vom Walzwerk geliefert. Die Aufgabe der Schlittschuhfabrik ist es, daraus den Lauf in der erforderlichen und bei den verschiedenen Arten überaus verschiedenen Form zu gestalten. Dies geschieht wieder durch den Schnitt mit Hilfe einer schweren Presse, etwa wie in Abb. 1000 angegeben, in der in der Abb. 999c punktiert gezeichneten Form. Das Horn wird, je nach seiner Form, unter dem Fallhammer mit Hilfe von Gesenken oder frei aus der Hand warm gestaltet.



1005. Anlaßofen.

Bei dem hier dargestellten Aluminium-Schlittschuh ist der Lauf, wie bereits bemerkt, durch einen besonderen Stahlschuh (Abb. 999d) armiert. Derselbe wird entweder aus einer Stahlstange ausgefräst oder von der Hütte bereits U förmig gewalzt bezogen. Im letzteren Falle ist die zur Aufnahme des Aluminiumlaufes dienende Rinne ein wenig konisch gestaltet, welche unter der Presse über dem Lauf zusammengerichtet wird und so eine überaus feste Verbindung liefert. Die härteren Kanten des Stahles pressen sich in das weiche Aluminium ein.

Statt des flachen, aus starkem Aluminium hergestellten Laufes hat man neuerdings auch solche mit ♀-Form aus etwa 1 mm starkem Aluminiumblech gepreßt, welche in ähnlicher Weise mit einem Stahlschuh versehen werden.

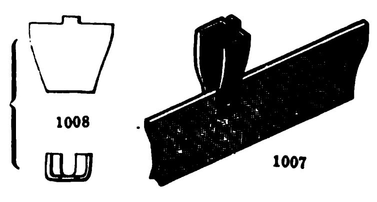
Für gewöhnlich jedoch besteht der Lauf aus einem milden Stahl, der den Schlittschuhfabrikanten gleich in der richtigen Form, konisch gewalzt, zugeht. Vielfach wird der Lauf auch verstählt, was jedoch mehr und mehr abkommt. Bei sehr guter Ware besteht das Material des Laufes aus zwei äußeren Stahlschichten, welche eine Eisenschicht einschließen, wie in Abb. 1003 angegeben.*)

Die Stahlläufe müssen vor der weiteren Verarbeitung gehärtet werden. Bei gewöhnlicher Ware geschieht dies einfach durch eintauchen der glühenden Stücke in Wasser. Bei besserer Ware wird der Lauf erst vorsichtig mit der Unterkante (Abb. 1004 und 1005) abgelöscht, wobei der übrige Teil sich bereits kühlt, ohne hart zu werden, und worauf dann das Ganze eingetaucht wird. Auf diese Weise wird der Lauf nur unten hart und bleibt im übrigen weich.

Je nach der gewünschten Qualität werden die einzelnen Teile vor dem zusammensetzen mit einer mehr oder weniger sorgfältig behandelten Oberfläche versehen. Die sämtlichen aus Blech oder in Temperguß hergestellten oder geschlagenen Teile werden zum mindesten gescheuert, d. h. in einem Rollfaß der gegenseitig abnutzenden Wirkung eine längere Zeit hindurch ausgesetzt. Der Lauf indessen wird stets gepließt. Das Werkzeug ist (Abb. 1006) die im Bergischen zu Tausenden vertretene Pließscheibe oder Pliestscheibe, eine aus vielen Sektoren zusammengesetzte Pappelholzscheibe, deren Umfang mit Leder überzogen ist. Dieses wieder ist mit einer Mischung von Leim und Schmirgel bestrichen und mit großer Geschwindigkeit, bis zu 1500 Umdrehungen in der Minute, umlaufend geeignet, in kurzer Zeit eine metallisch blanke Oberfläche herzustellen. Bei grober Schmiedearbeit geht dieser Scheibe wohl der Schleifstein vorher, während die erstere, je nach der Feinheit des aufgeleimten Schmirgels, eine vorzüglich saubere Oberfläche zu liefern vermag. Dieselbe wird häufig „blau“ gepließt, d. h. mit der Kante der Pließscheibe so bearbeitet, daß die Pließrisse nahezu quer laufen. Hierzu dienen auch besonders gestaltete Scheiben, wie in dem Abschnitt „Reißzeuge“ (Abb. 1029) dargestellt. Zum sicheren führen des Laufes wird derselbe, wie aus der Abb. 1006 ersichtlich, auf einen besonderen Rahmen gespannt.



1006. Pließen des Laufs. (Nach „The iron age“.)



1007 u. 1008. Befestigung des Laufs. (Zu S. 362.)

Dem pließen und rollen folgt dann, bei der feineren Ware, das vernickeln, event. unter Anwendung des damascierens, worüber in demselben soeben angeführten Kapitel eingehend gesprochen worden ist.

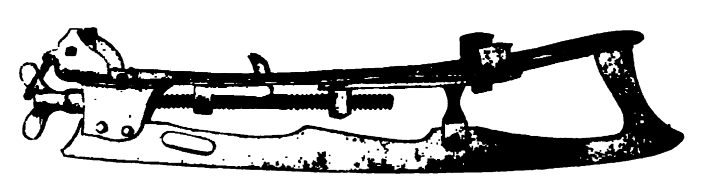
*) Vergl. „The iron age“, 1896.

Die Vereinigung aller der verschiedenen Teile geschieht durch Vernietung, wenn eine für immer feste Verbindung hergestellt werden soll, oder durch verschrauben da, wo eine Lösung als möglich erwünscht ist. Die Abb. 1007 zeigt die Befestigung des Laufes an der Sohle mit Hilfe einer in der Abb. 1008 in der Entstehung angegebenen besonderen Kappe.

1009. Vernieten. (Nach „The iron age".)

Die Schräubchen werden in den allermeisten Fällen von Spezialfabriken geliefert, ebenso natürlich die in besonderen Fabriken zu Tausenden erzeugten Nieten. Das vernieten geschieht in den kleineren Werkstätten von Hand mit dem Hammer, in den modernen, gut eingerichteten Fabriken häufig mit Hilfe einer kleinen Presse, in der Abb. 1009 dargestellt. Die Spindel derselben besitzt an ihrer Arbeitsstelle eine dem zu fertigenden Kopf entsprechende Höhlung, und ein Fußtritt oder der dadurch eingeleitete Druck der Spindel genügt, um den gewünschten festen Schluß zu bewirken. —

Die Schlittschuhfabrikation ist für Deutschland fast nur auf Remscheid beschränkt, welches alle Welt mit dieser Ware versorgt und selbst nach Amerika liefert, obwohl von dort der mechanische Schlittschuh stammt. Es ist der Remscheider Fabrikation indessen gelungen, dem zur Zeit recht kräftigen eindringen des Fremdlings einen Damm entgegenzustellen und sich mit bestem Erfolg den vielbeliebten Artikel auch in seiner neuen Gestaltung zu sichern.

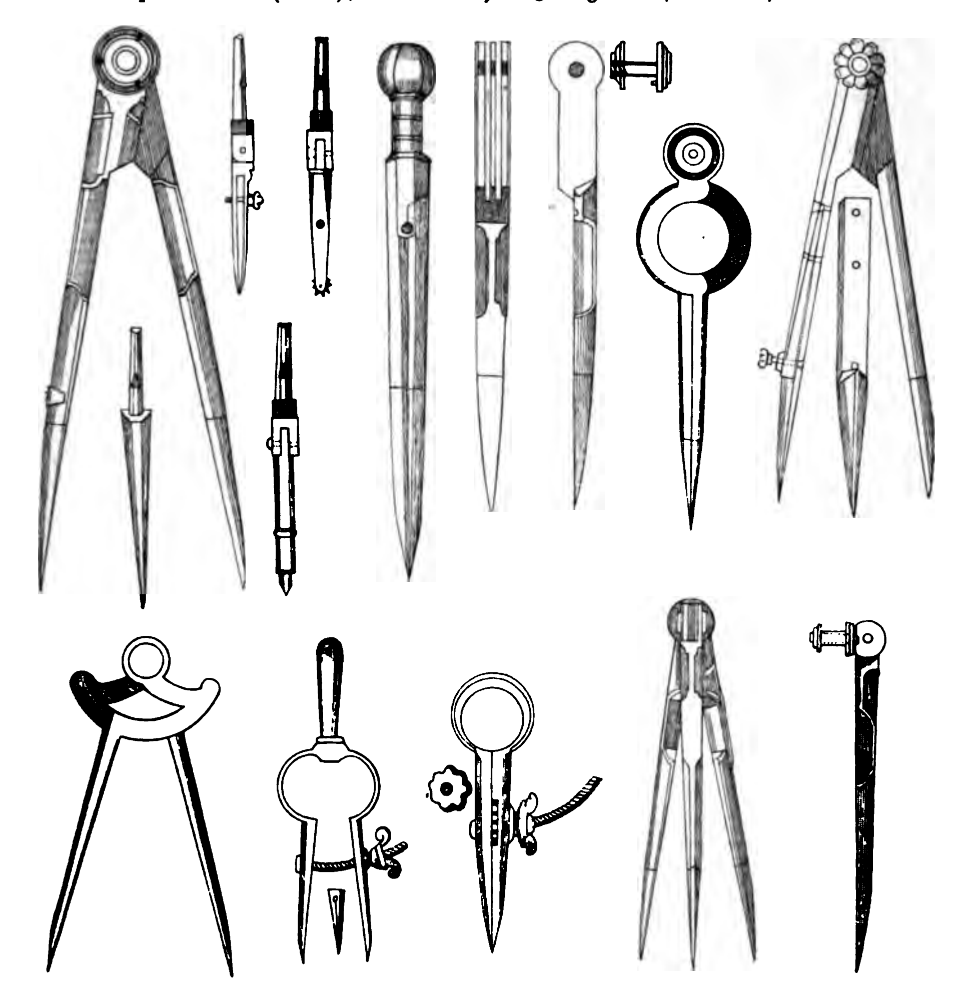


1010. Schlittschuh „Merkur".

Das Reißzeug.

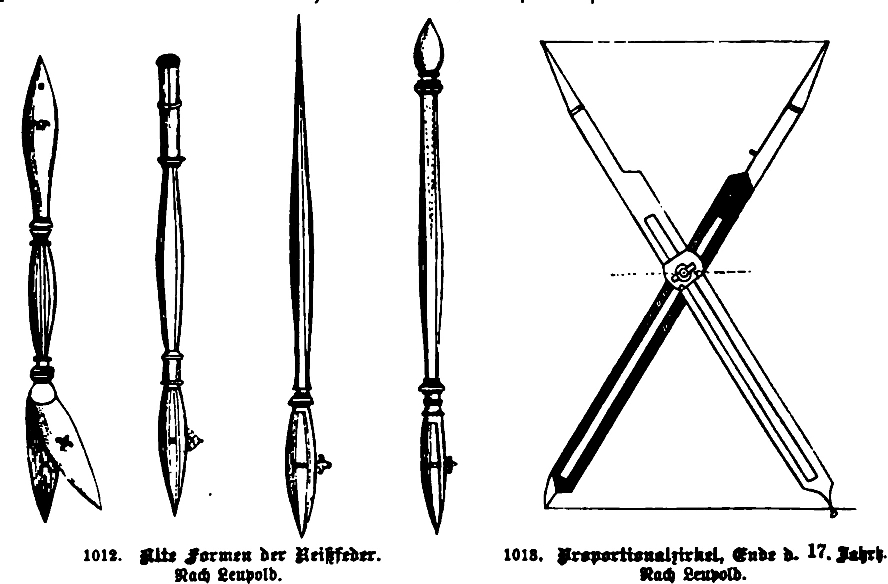
„Das Zeug zum anreißen“, das Handwerkszeug des Mathematikers und alten Astronomen, des gelehrten Mechanikers, wie des Baumeisters, ist wohl eine der ältesten Sammlungen feiner Werkzeuge und von dem Laien stets mit ehrwürdiger Scheu betrachtet worden.

„Wir machen“, sagt Leupold, der Mathematikus und Mechanikus, in seinem Theatrum pontificiale (1726), einer reichen Fundgrube für alles, was vor etwa



1011. Alte Zirkelformen, Ende des 17. Jahrhunderts. Nach Leupold. (Zu S. 365.)

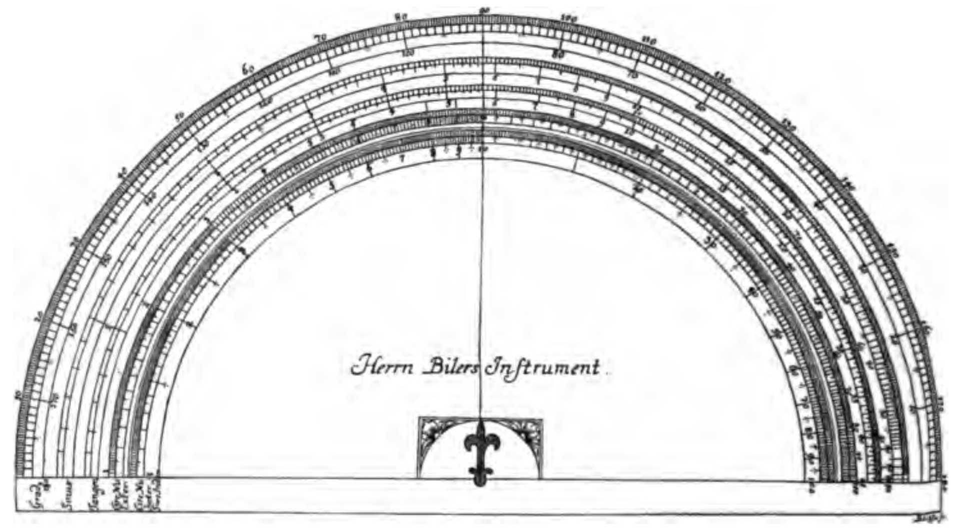
200 Jahren auf dem Gebiete der Mechanik, der Bauwissenschaft und des Maschinenbaues bekannt war, „also billig den Anfang mit dem allervornemsten geometrischen Instrument, nemlich dem Zirkel. Es ist aber dasselbe dasjenige Werkzeug oder Mittel, dadurch so viele und mancherley Arten der Größen überschlagen, abgenommen und entworfen werden können; denn ob man schon mit diesem Instrument nichts mehr denn die Terminos, oder die Länge einer geraden Linie fassen kann, so lassen sich doch, weil die Linie nebst dem Punkt der Ursprung aller endlichen Dinge, auch dadurch die unzehligen Arten der Größe, ja die Zeit selbst füglich determinieren, und folglich ist der Zirkel mit Recht das Instrumentum Instrumentorum zu nennen.“



1012. Alte Formen der Reißfeder. Nach Leupold.

1013. Proportionalzirkel, Ende d. 17. Jahrh. Nach Leupold.

Und über die Entstehung sagt derselbe: „Was seinen Ursprung und dessen Erfindung anlanget, bin ich der Meinung, daß man sich anfangs an dessen statt zweier mit ihren Enden aufeinander befestigten glatten Stäbe aus harten Holze, welche an den anderen Enden zugespitzet worden, so lange bedienet, bis man wegen des Unbestandes vielleicht ein stark krummgebogenes elastisches Blech erwehlet, das an seinen gleich langen Enden ebenfalls



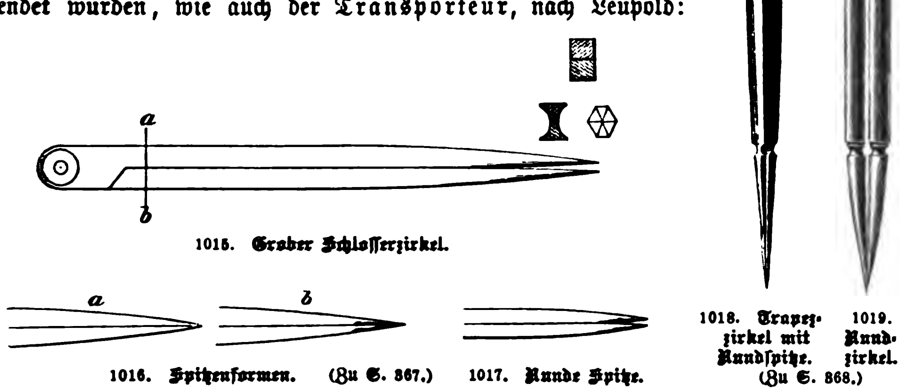
1014. Transporteur, Ende des 17. Jahrhunderts. Nach Leupold.

gespitzet gewesen und im übrigen durch darangesteckte Rinken oder Zwingen auf viele Fälle enge und weit gestellet werden können. Und da nun Noah bey seiner Arche und Moses bey der Hütten des Stiftes und Salomon bey seinem prächtigen Tempelbau dieses Instrumentes unmöglich entbehren können; so ist gar kein Zweifel, es werde mit Unrecht der Perdix*), welcher ein Sohn der Schwester des Dädali, vor den Erfinder angegeben."

*) Perdix wird sowohl als Schwester des Dädalus und Mutter des Talos, wie auch als Schwestersohn des Dädalus angegeben. Dieser Schwestersohn erfand die Säge und den

Indessen ist der von Leupold nachkonstruierte Federzirkel nicht recht wahrscheinlich. Zu einer Zeit, in der man über Blech verfügte, konnte man auch wohl lochen und nieten, hatte also nicht nötig, die Federkraft eines gebogenen Blechstückes zu benutzen, deren Grenzen nur allzu eng gesteckt sind. Immerhin ist es auffällig, daß nichts von derartigen Instrumenten aus der alten Zeit erhalten zu sein scheint. Es werden sich auch wohl nur sehr wenig Menschen damit abgegeben haben. Bauten der alten Art konnte man recht gut ohne Zirkel aufführen, und es ist wohl zu vermuten, daß der Mathematiker derjenige war, welcher den Zirkel in erster Linie benutzte. Aber der Umstand, daß keine alten Reste dieses gewiß sehr alten Instrumentes gefunden worden sind, spricht für Leupolds Vermutung, daß es ein leicht vergängliches Material gewesen sei, aus dem sich der alte Gelehrte Zirkel gefertigt; zwei oben ineinander geklemmte flache und unten zugespitzte Stücke harten Holzes können schon gute Dienste leisten.

Seine Grundform hat der Zirkel seit Jahrhunderten nicht geändert. Abb. 1011 zeigt uns eine kleine Sammlung von Zirkeln etwa aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, welche im allgemeinen noch die heutigen Formen aufweist. Auch die Reißfeder (Abb. 1012) hatte damals bereits die heutige Form, die stellenweise noch ebenso ungeschlacht erhalten geblieben ist. Ja, der Proportionalzirkel (Abb. 1013), nach Leupold um das Jahr 1600 von Justus Byrgius erfunden, hat fast genau schon die noch heute übliche Gestalt. — Eine besonders wichtige Rolle spielten damals die Maßstäbe, welche in Verbindung mit dem Zirkel vielfach zum rechnen verwendet wurden, wie auch der Transporteur, nach Leupold:



1015. Grober Schlosserzirkel.

1016. Spitzenformen. (Zu S. 867.) 1017. Runde Spitze.

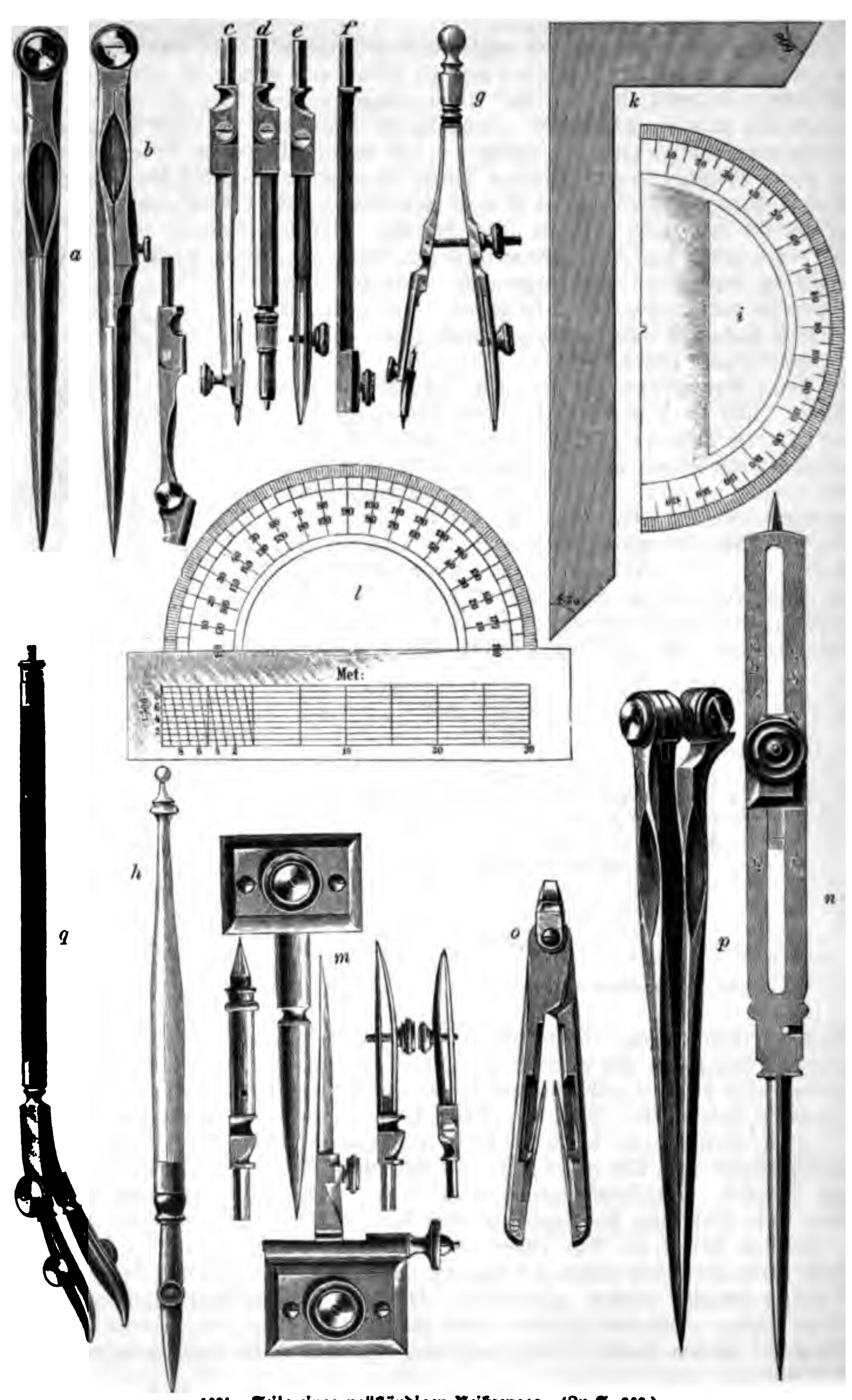
1018. Trapezzirkel mit Rundspitze. 1019. Rundzirkel. (Zu S. 868.)

„eines der allernötigsten und nützlichsten Instrumente". Man hatte auch „geradlinige" Transporteurs, welche zum abmessen der Sehnen für gegebene Winkel dienten. Der auch damals bereits bekannte halbkreisförmige Transporteur war zuweilen ein recht vielseitiges Instrument, wie in Abb. 1014 als „Herrn Vilers Instrument" abgebildet.

Diese alten Formen haben sich in ihrer Grundlage erhalten. Sie sind recht natürlicher Art. Der grobe Zirkel des Schlossers (Abb. 1015) hat viereckige Schenkel. Der Vierkantenstab besitzt für den Schmied die bequemste Form. Die Herstellung der Rundform führt stets — wie auch beim walzen — über das Viereck. — Das öffnen des schwerfälligen Schlosserzirkels geschieht durch auseinanderziehen der Spitzen, deren Rundung das eingreifen der Finger gestattet. Leichter gehende Zirkel sucht man von dem oberen Teil der Schenkel aus zu öffnen. Dieselben erhalten dann eine Abfasung von der inneren Seite her (Abb. 1018) für den Angriff der Fingerspitzen. Hieraus ist die Grundform entstanden,

1020. Griff des Rundzirkels. (Zu S. 868.)

Zirkel und erregte dadurch die Eifersucht seines Oheims und Lehrmeisters Dädalus in dem Grade, daß er von diesem von der Akropolis herabgestürzt wurde. Die Götter verwandelten ihn dabei in ein Rebhuhn (perdix).

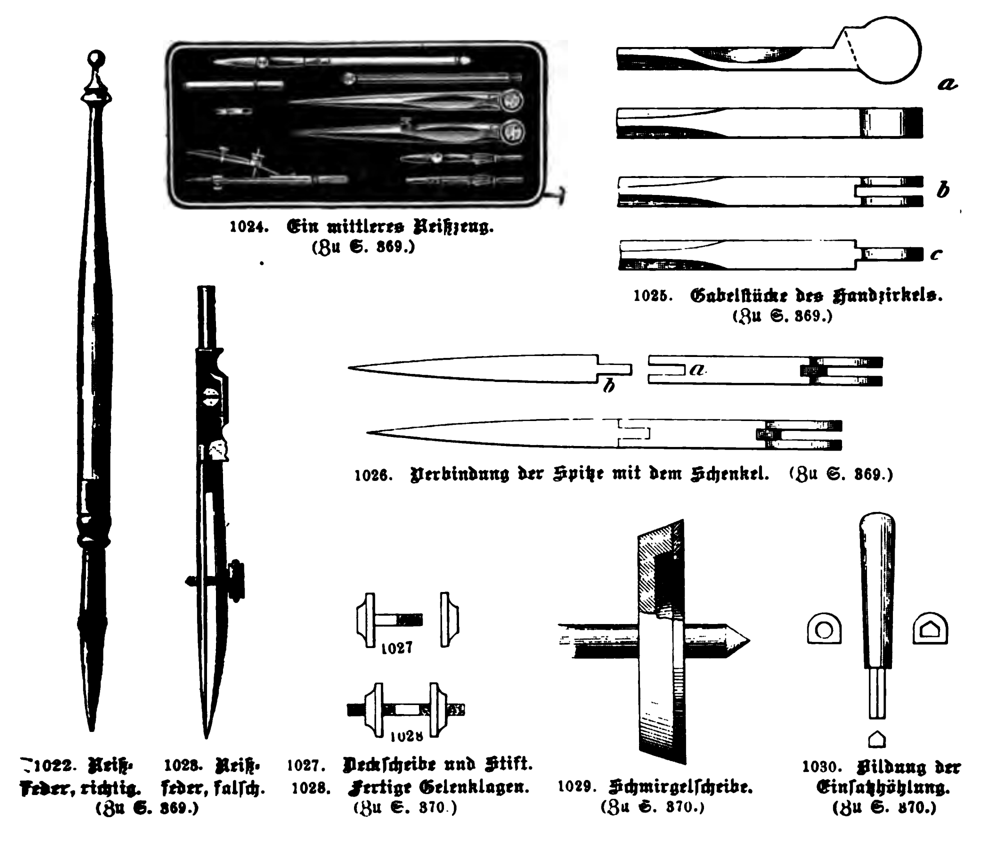


1021. **Teile eines vollständigen Reißzeuges.** (Zu S. 868.)

a) Handzirkel, b) Stückzirkel, c) Einsatzspitze, d) Bleistiftrohr, e) Reißfeder, f) Verlängerungsstange, g) Nullenzirkel, h) Handreißfeder, i) Transporteur, k) Winkel, l) Transporteur, m) Stangenzirkel, n) Proportionalzirkel, o) Einschlagzirkel, p) Dreispitzzirkel, q) Karriertreißfeder.

die schon die alten Instrumente dieser Art (Abb. 1011) zeigen. Wir wollen sie Trapezform nennen, dem Querschnitt der unteren Schenkel entsprechend. In der Neuzeit hat sich hierfür auch, obschon mit Unrecht, der Name „Berliner Form" eingeführt, im Gegensatz zur „Rundform" (Abb. 1019), welche sich erst seit 20 Jahren eingeführt hat.

Auch diese Form läßt sich aus eventuellen Zweckmäßigkeitsgründen ableiten. — Die Spitzen der trapezförmigen Zirkel laufen mit diesem Querschnitt bis unten hin aus und haben den Übelstand, leicht große Löcher in das Papier zu bohren, wenn der Zeichner den Zirkel wiederholt um die Spitze drehen muß. Hier gibt es nun einen recht einfachen, leider in der Neuzeit wenig eingeschlagenen Weg: Der Schleifer läßt die Spitzen (Abb. 1016b) rund ablaufen, ohne dabei von der Innenfläche abzunehmen. Man



1022. Reiß-Feder, richtig. 1023. Reiß-feder, falsch. (Zu S. 369.)

1024. Ein mittleres Reißzeug. (Zu S. 369.)

1025. Gabelstücke des Handzirkels. (Zu S. 369.)

1026. Verbindung der Spitze mit dem Schenkel. (Zu S. 369.)

1027. Deckscheibe und Stift. 1028. Fertige Gelenklagen. (Zu S. 370.)

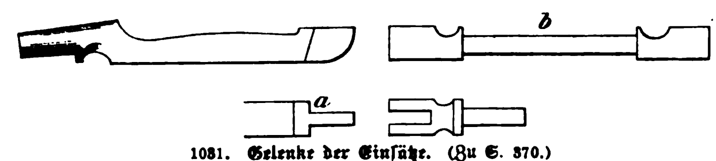
1029. Schmirgelscheibe. (Zu S. 370.)

1030. Bildung der Einsatzhöhlung. (Zu S. 370.)

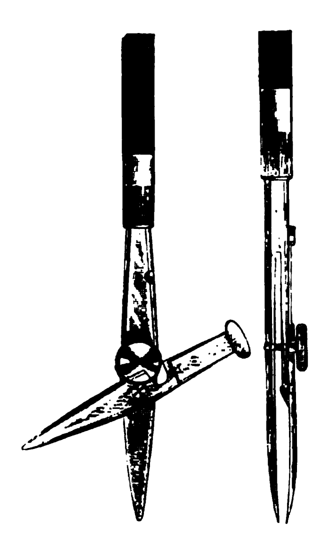
erhält so sehr zweckmäßige, schlanke Formen. Bei weniger guter Arbeit fällt auch etwas Material von den Innenflächen (Abb. 1017) fort. In diesem Fall sperren die Spitzen etwas, wie in dieser Abbildung übertrieben angegeben. Das ist aber nur eine kleine Unschönheit, denn der Zeichner kommt nie in die Lage, davon irgend einen Nachteil zu empfinden. Für so feine Arbeiten, bei welchen diese Sperrung, die von den wenigsten überhaupt bemerkt wird, zur Geltung gelangen könnte, braucht man eben feinere Instrumente, Einsatzspitzen und Feder- oder Haarzirkel. Leider ist diese einfache Lösung der Spitzenfrage nur wenig geübt. Sie erfordert eine feine Hand des Schleifers, und die liebe Mode und Schnörkelsucht — vielleicht zusammenhängend mit dem „Nürnberger Tand" (ein trotzdem oft recht ungerechter Ausdruck) — haben einen anderen Ausweg geschaffen. Es ist dies der Trapezzirkel mit Rundspitze (Abb. 1018); daß auch hier eine Sperrung der Spitzen nur durch sorgfältige Arbeit zu vermeiden ist, stört die Liebhaber dieser nebenbei recht unschönen Form nicht. Die Form ist aber auch unpraktisch, was allen denen sofort auffällt, welche gewohnt sind, den Zirkel nach dem Gebrauch, vor

dem einlegen, stets schön mit dem im gutgehaltenen Reißzeuge liegenden Lederlappen abzuwischen.

Aus der Rundspitze läßt sich das oben bereits erwähnte Rundsystem ableiten, bei dem sich (Abb. 1019) die Rundung über den ganzen Schenkel erstreckt. Diese Form, Patent Riefler, ist vor ca. 20 Jahren in München eingeführt worden. Sie verbindet mit der wirklich runden Spitze den dabei von selbst sich einstellenden Fingereingriff am Oberschenkel, aber in einer wenig vollkommenen Weise (Abb. 1020) im Vergleich zu Abb. 1021a. Auch die unpraktische Verzierung der Spitzen ist hier neben der nur bei sehr sorgfältiger Arbeit und zweckmäßiger Krümmung vermeidlichen Sperrung derselben eingeführt worden, so daß der lieben Mode halber der Handlichkeit und unserer Meinung nach auch der Schönheit nicht unerhebliche Opfer gebracht worden sind. Für den technischen Kenner eines Gegenstandes ist stets das unschön, was sich dem Auge sofort als unpraktisch aufdrängt. Trotzdem hat sich das Rundsystem dank der sonstigen recht sorgfältigen Durcharbeitung und Ausführung weit verbreitet. Es wäre wünschenswert, daß sich dasselbe auch für das Trapezsystem geltend machte.

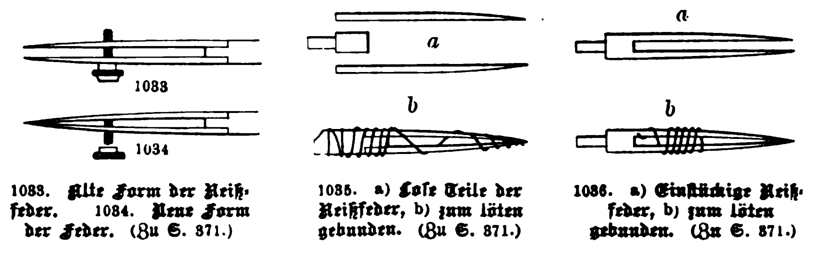


1081. Gelenke der Einsätze. (Zu S. 370.)


1082. Reißfeder. (Zu S. 371.)

Das **Material** der Zirkel ist für die Spitzen natürlich stets Stahl, für die Schenkel Messing, Neusilber oder auch, wenig zu empfehlen, vernickeltes Messing. Versilberung wird nur selten angewendet, so wenig wie die Vergoldung. Man hat jetzt Messing und Neusilber in so schönen und haltbaren Mischungen, daß man die Edelmetalle hierfür entbehren kann.

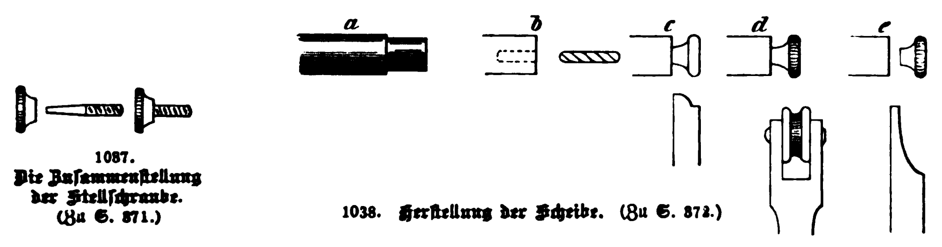
Die **Teile** eines Reißzeuges in der üblichen Zusammensetzung sind der **Handzirkel**, mit zwei festen, spitzen Schenkeln (Abb. 1021a), der **Stückzirkel** b, mit seinen vier Einsätzen: Spitze oder Nadelspitze c, Bleistiftrohr d, Reißfeder e und Verlängerungsstange f. Dieser Zirkel wird, wie auch der Spitzzirkel, in kleinerer Form mit Wirbelknopf, wie bei g, ausgeführt, so daß die vollständigeren Reißzeuge zwei Satz Zirkel besitzen; der **Nullenzirkel** g, meist als Federzirkel mit Nadelspitze ausgeführt, für ganz kleine Kreise; der **Transporteur** i — die **Handreißfeder** h, dieser, sowie der **Winkel** k namentlich für kleinere Schülerreißzeuge — und der **Reduktionsmaßstab** oft mit dem Transporteur, auch wohl mit einem Winkel vereinigt, wie in l dargestellt.



1083. Alte Form der Reißfeder. 1084. Neue Form der Feder. (Zu S. 371.) 1085. a) Lose Teile der Reißfeder, b) zum löten gebunden. (Zu S. 371.) 1086. a) Einstückige Reißfeder, b) zum löten gebunden. (Zu S. 371.)

Als besondere Werkzeuge, die meist auch in einem besonderen Etui liegen, sind noch zu nennen: der **Stangenzirkel** m, der **Proportionalzirkel** n und der **Einschlagzirkel** (Taschenzirkel) o. Ein seltener verwendetes Instrument ist der Bogenzirkel oder Dreispitzzirkel p, welchen wir bereits bei Leupold kennen gelernt haben.

Eine besondere Betrachtung mag noch der Reißfeder zugewendet werden. Dieselbe wird häufig in ganz unverständigen Dimensionen verabreicht. Abb. 1021h zeigt die für die allermeisten Fälle genügende Größe, welche auch recht kräftige Striche zu liefern vermag. Stärkere Striche, welche nur ausnahmsweise vorkommen, setzt man am besten aus schwächeren, nach dem jedesmaligen trocknen derselben, zusammen. Gerade



1037. Die Zusammenstellung der Stellschraube. (Zu S. 371.)

1038. Herstellung der Scheibe. (Zu S. 372.)

bei Anfängern, für welche die unzweckmäßigen großen Reißfedern meistens bestimmt sind, führen dieselben oft zu großen Unsauberkeiten. Zu welchen Auswüchsen die liebe und unkontrollierte Gewohnheit führen kann, erkennt man leicht an der Einsatzfeder (Abb. 1023). Kreise kommen doch sicher in den allermeisten Fällen nur in feinen Linien vor, und trotzdem findet man in den Reißzeugen die Einsatzreißfeder sehr oft noch größer als die Handreißfeder vor!

Abb. 1024 zeigt die Zusammenstellung eines für mittlere Techniker vollständig ausreichenden Reißzeuges, nach obigen Grundsätzen, von Gaëtano Vaccani in Halle a. S.



1039. Scheibendrehbank von Gaëtano Vaccani in Halle a. d. Saale. (Zu S. 372.)

Die Herstellung der einzelnen Teile ist recht einfacher Art und führt nur bei wenigen Stücken zu Sonderheiten. Bei dem Zirkel handelt es sich stets um je 2 Hauptstücke, den messingenen (oder neusilbernen) Oberschenkel und die stählerne Spitze. Abb. 1025 zeigt die beiden Rohstücke des Hand- und gleichzeitig des Einsatzzirkels: a das rohe, b das äußere, c das innere Gabelstück. Das erstere ist voll gegossen und wird durch die Kreissäge oder Bogensäge gegabelt; das innere Gabelstück wird, um Arbeit zu ersparen, gleich im Guß oben abgesetzt, so daß nur wenig zu feilen ist, um die Scharnierenden passend zu gestalten. Die Vorbereitung zur Aufnahme der (festen) Spitze besteht in der Herstellung eines Einschnittes a (Abb. 1026), dem einzuschiebenden Blatt der Spitze b entsprechend.

Die Spitze wird aus einem Stahlstab in das Gesenk geschlagen und gelangt in der entsprechenden rohen Form in die Werkstatt des Mechanikers, wo sie befeilt und mit dem bei b erkennbaren Blatt versehen wird. Beides wird dann zusammengeschoben und durch

Hartlötung vereinigt. Dann werden die Scharnierköpfe sorgfältig zusammengesetzt. In dieser Arbeit liegt der Hauptwert eines guten Zirkels, der sanfte, gleichmäßige Gang.

Zum Scharnier(Gelenk) gehört der Bolzen, der bei dem Zirkel stets noch mit zwei Deckscheiben versehen ist. Dieselben werden (Abb. 1027) von beiden Seiten auf den Stift geschraubt, der in der Mitte eine Verstärkung behalten hat, auf dem sich die Gelenkstücke bewegen. Die eine Scheibe wird dann fest gegengeschraubt und nach dem abschneiden des vorstehenden Stiftes leicht vernietet. Auch das andere Ende des Stiftes wird (Abb. 1028) von Länge geschnitten, worauf der Bolzen mit seinen Scheiben zum zusammenstellen fertig ist.

1040. Schraubendrehbank von Gaëtano Parrani in Halle a. d. Saale. (Zu S. 372.)

Der in der Werkstatt sauber befeilte Zirkel gelangt dann zum schleifen. Diese Arbeit ist Sache einer besonderen Zunft. Sie erfordert eine große Geschicklichkeit, die nur durch „zunftmäßige“ Übung erlangt werden kann. Das Werkzeug ist die Schmirgelscheibe. Früher, wie heute noch in der Solinger Fabrikation, aus Holz und Leder, mit Schmirgel beleimt (Abb. 1029) hergestellt, bestehen sie heute aus gepreßter Schmirgelmasse, ganz so, wie alle die modernen, in den verschiedensten Formen hergestellten künstlichen Schmirgelscheiben. Das eigenartige bei dieser Schleifarbeit ist die Benutzung der Seitenfläche der Scheibe, wie sie auch in der Schlittschuhfabrikation zum „blaupließen“ stattfindet. — Vom Schleifer gelangt der Zirkel wieder zum Mechaniker, auch zum event. vernickeln, zurück.

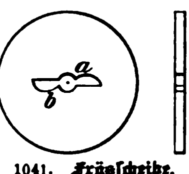
Der Einsatz-(Stück-)Zirkel erfordert eine besondere Vorarbeit zur Aufnahme des Zapfens der Einsätze. Letztere sind entweder, wie bei dem Rundsystem, rund und erfordern dann nur die Bohrung, oder eckig. In letzterem Fall wird ein genau diesen Zapfen entsprechender Stahldorn (Abb. 1030) eingetrieben, worauf das Material durch seitliches sorgfältiges hämmern angerichtet wird. Der Dorn zieht sich danach leicht heraus.

Die Herstellung des Zapfens des Einsatzes ist reine Feilarbeit und erfordert die geschickte Hand des Mechanikers.

Die Einsätze für Bleistift und Reißfeder haben Gelenke. Die Vorbereitung hierfür ergibt sich aus der Abb. 1031. Der Gelenkzapfen wird, a, durch die Feile angeblattet, und die Gabel, welche, b, gleich doppelt gegossen ist, mit Hilfe der Säge auf-

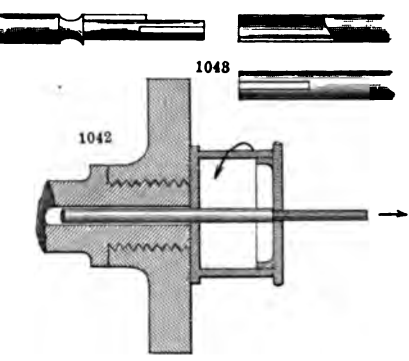
geschnitten. Diesem folgt, wie wir es bereits kennen gelernt haben, die Feil- und dann die Schleifarbeit.

Die **Reißfeder** kommt in zwei Formen vor. Bei der älteren Form, die für Anfänger immer noch die bessere ist, federn die Blätter (Abb. 1033) auseinander und werden beim stellen durch die Schraube zusammengezogen. Dieser Form ist, neuerdings unter Beibehaltung des Grundprinzips, eine Ableitung (Abb. 1032) zur Seite getreten, bei welcher man das eine Blatt behufs guter und leichter Reinigung zur Seite drehen kann. Dieselbe wird von **Butterberg & Keller** in Mittweida geführt. Die neuere, aber nur dem geübten Zeichner zu empfehlende Einrichtung besitzt Blätter (Abb. 1034), welche an sich zusammenliegen und durch die Schraube auseinandergepreßt werden. Da die Schraube hier nur sehr kurz ausfallen kann, so geht sie den Ungeübten leicht verloren. Auch sind Kinder leicht geneigt, dieselbe zu weit einzudrehen, wodurch das feine Gewinde und damit gleich die ganze Feder verdorben wird.



1041. Frässcheibe. (Zu S. 372.)

Die Reißfeder, über deren Größenverhältnisse oben bereits das erforderliche mitgeteilt worden ist, wird — abgesehen von den oben besprochenen zwei Formen — auf zweierlei Weise hergestellt: entweder aus 3 Stücken, den beiden Blättern und dem Block (Abb. 1035) oder aus **einem** Stück, durch einschneiden (Abb. 1036). Die erstere Art ist die ältere. Der wieder gegossene Block — entweder für die Handreißfeder mit Zäpfchen für den Handgriff, oder für die Einsatzfeder mit dem Gelenkblatt versehen — wird seitlich richtig bearbeitet, während die aus Stahlblech geschnittenen Blätter ebenfalls an dieser Stelle vorgerichtet werden, worauf alle drei Stücke sorgfältig mit feinem Bindedraht (Abb. 1035b) zusammengebunden werden. Auch die Spitzen werden gebunden, um die genaue Lage zu sichern.

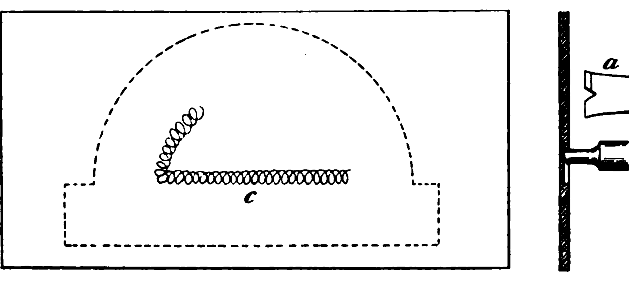


1042. Arbeit mit der Frässcheibe.
1043. Einsatz für das Rundsystem. (Zu S. 372.)

Hierauf wird die feste Vereinigung durch löten bewirkt. Dann folgt wieder die feine Feilarbeit des Mechanikers, wobei indessen die Spitzen der Blätter noch stumpf bleiben, das härten und die zünftige Schleiferei. Den letzten Schliff indessen, die Schärfung der Blätter, die **Zurichtung der Spitze**, besorgt der Mechaniker.

Die einstückige Feder braucht natürlich nicht gelötet zu werden und erfordert daher weniger Arbeit.

Die **Härtung** findet bei beiden Gattungen nur vorn statt. Bei der zusammengesetzten Feder verbietet die Lötung das härten des hinteren Teiles, während die aus dem Vollen gearbeitete Feder der erforderlichen Federkraft wegen nicht ganz hart sein darf. Die Reißfeder der oben besprochenen neuen Art wird vor dem härten von hinten her zusammengebogen (Abb. 1036b), damit sie mit der erforderlichen nach innen gerichteten Federung stehen bleibt.

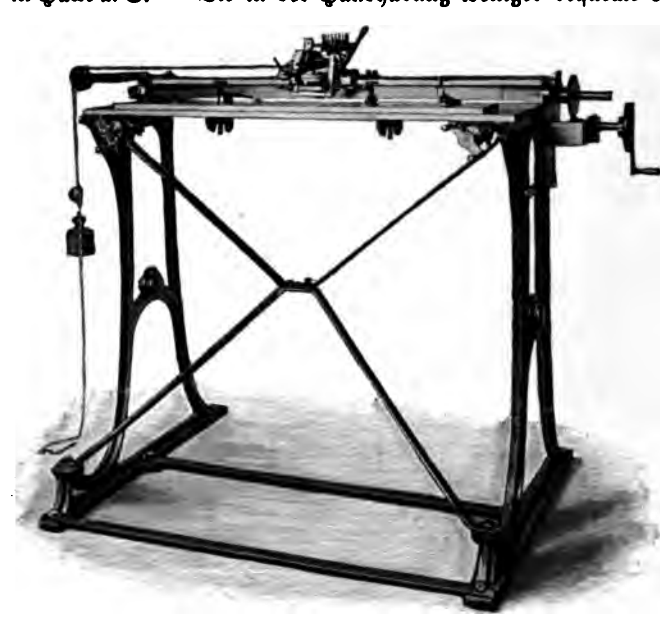


1044. Arbeiten am Transporteur. (Zu S. 373.)

Die **Stellschraube** (Abb. 1037) wird aus dem Stift und der Scheibe zusammengesetzt. Erstere wird hinten schlank konisch angefeilt und in das konisch aufgeriebene Loch

der Scheibe fest eingetrieben, womit sogar ohne weitere Vernietung die endgültige sichere Befestigung bewerkstelligt ist. Das vorstehende Ende des Stiftchens wird dann sauber abgefeilt und am anderen Ende gerundet.

Das **Scheibchen** wird, wie auch die Scharnierscheiben, auf der Revolverdrehbank aus dem vollen Stab abgestochen: abrichten, bohren, façondrehen, rändeln und abstechen (Abb. 1038 a—e) sind die fünf schnell aufeinanderfolgenden Arbeiten, welche von den dazu vorgerichteten und genau eingestellten an der Revolverscheibe befestigten Stählen mit erstaunlicher Sicherheit und Genauigkeit ausgeführt werden. Das rändeln geschieht (Abb. 1038d) mit Hilfe einer kräftig gegengedrückten gravierten Rolle. — In ganz ähnlicher Weise findet das drehen der kleinen Schrauben statt. Auch hier ist es der Revolveraufsatz, dessen wechselnde Werkzeuge nacheinander gerade drehen, ansetzen, Gewinde schneiden und abstechen. Abb. 1040 zeigt eine solche Bank aus der Werkstatt von Gaëtano Vaccani in Halle a. S. — Die in der Handhabung weniger bequeme **Rundform** gestaltet sich für die Fabrikation etwas leichter. Es entfällt ein großer Teil der Feilarbeit. Sämtliche Stabformen sind cylindrisch und werden mechanisch hergestellt. Hierzu dient ein in der Metallarbeit seltenes Werkzeug, eine Art Fräser, den wir **Ringfräser** (Abb. 1042) nennen wollen.



1045. Teilmaschine.

Die übliche Dreharbeit schlanker Körper findet zwischen den Spitzen statt, setzt also zunächst freie Enden voraus. Ferner greift der Drehstahl gewöhnlich einseitig an und beansprucht das Arbeitsstück auf Biegung. Beides wird durch den Ringfräser vermieden. Das Drehstück braucht nur mit dem einen Ende befestigt zu sein — fest am Reitstock oder drehbar an der Drehbankspindel — und das Drehstück wird gleichzeitig von zwei Seiten her angegriffen, unterliegt also keiner Beanspruchung auf Biegung. Das Werkzeug besteht aus diesem Grunde aus einer Stahlscheibe (Abb. 1041), welche mit einem genau dem herzustellenden Durchmesser entsprechenden Loche versehen ist. Um diesem Loche Schneiden zu geben, werden an zwei oder mehreren Stellen, seitlich von demselben, längliche Öffnungen hergestellt, die in dieses Loch auslaufen und an der Auslaufstelle Schneiden, a u. b, ergeben. Diese Stahlscheibe sitzt in einer ringförmigen Hülse (Abb. 1042), welche auf der anderen Seite eine zweite, als Brille wirkende Scheibe enthält, deren Loch dem Durchmesser des Rohstabes entspricht. Wird nun diese Hülse an die Planscheibe einer Drehbank, welche mit einer festen Spindel versehen ist, so gesetzt, daß die Brillenscheibe dem Spindelkopf zugekehrt ist, dann kann der Rohstab zunächst durch die Brillenscheibe gesteckt und dann auch, etwas angespitzt, durch die Schneidscheibe geführt und dort von einer Klemme erfaßt werden, welche am Support befestigt ist. Dieser wird durch die Transportscheibe langsam abgezogen, während der „Fräser“ schnell umläuft und so eine schön gleichmäßig cylindrische Oberfläche herstellt.

Die übrigen Arbeiten sind den bei der Trapezform besprochenen Arbeiten entsprechend. Nur die Einsätze erfordern noch eine kurze Betrachtung. Sie sind, dem System gemäß,

cylindrisch. Der Zapfen wird also nur gedreht und geht sofort in das gebohrte Loch des Zirkelschenkels. Um aber die Stellung zu sichern, was sich bei dem trapezförmigen Zapfen von selbst macht, erhält der Zapfen (Abb. 1043) eine Blattzunge, welche in einen entsprechenden Einschnitt der Hülse am Schenkel greift und so die erforderliche Sicherung gegen Drehung gewährleistet.

Die soeben geschilderten Arbeiten wiederholen sich ohne wesentliche Änderungen bei allen metallenen Teilen der Reißzeuge und ähnlicher Instrumente, wie beim Dreispitzzirkel (Abb. 1021 p) — zum übertragen von Bogenteilen dienend — dem Proportionalzirkel (Abb. 1021 n), der Maschinenreißfeder (Karrierfeder Abb. 1021 q) u. s. w.

Der Transporteur wurde früher nur und wird jetzt noch vielfach aus Messingblech hergestellt und erfordert hierzu die Herstellung jener charakteristischen halbkreisförmigen Ausnehmung. Dieselbe wird gefräst. Das Werkzeug ist ein bohrartiger Fräserstift, in Abb. 1044 a vergrößert gezeichnet, welcher, nach Art der Langlochbohrmaschine, eine Nut ausarbeitet, indem das Arbeitsstück, hier die Blechplatte, während seiner eigentlichen bohrenden Arbeit sich seitlich verschiebt. Schreitet letzteres geradlinig fort, so gibt es eine gerade Nut, bei genügender Tiefe eine geradlinige Trennung. Um den Halbkreis auszuschneiden, muß die Platte um den Mittelpunkt des Kreises (Abb. 1044 c) geschwenkt werden. Bei großen Massenlieferungen wäre das ausstanzen vorteilhafter. Indessen erfordert hierbei jede andere Form eine neue Stanze, während bei dem beschriebenen Verfahren von demselben Apparat eine beliebige Zahl Formen hergestellt werden kann.



1046. Kreisteilmaschine, Gaëtano Barrani.

Transporteur, Maßstäbe und Proportionalzirkel müssen geteilt werden. Der Mechaniker verwendet hierzu eine Teilmaschine (Abb. 1045). Die Hauptteile einer solchen sind ein kippbarer Stahlhalter, der nach jedem Riß (Strich) aufgehoben werden muß; der denselben tragende Schlitten, welcher nach jedem Strich um die Entfernung zweier Teilstriche verschoben wird, und der Vorschub-Mechanismus. Letzterer ist entweder nur ein solcher und dient lediglich zum verschieben des Supports und zum feinen einstellen desselben auf Grund einer Marke und eines auf dem Tisch der Maschine befindlichen sehr feinen Maßstabes, oder er ist selbstthätig wirkend eingerichtet. Im letzteren Falle hat der Arbeiter — wie bei den Räderfräsmaschinen und ähnlichen Werkzeugmaschinen des Maschinenbaues — nur eine Kurbel um einen gewissen durch einen Schnäpper fixierten Teil der vollen Umdrehung zu drehen, um den Support und damit den Ritzstahl um das gewünschte Maß zu verschieben. Die Strichlänge wird durch entsprechende Anschläge normiert. — Ganz ähnlich sind die Kreisteilmaschinen (Abb. 1046) eingerichtet, bei denen naturgemäß ein runder Tisch die Grundlage bildet, an dessen Kante sich der Support entlangschiebt.



1047. Laufradbahn 1811. Nach einem gleichzeitigen Aquarell.

Das Fahrrad.

Das Fahrrad vertritt eine bis zur neuesten Zeit fast unbekannte Gruppe der Fahrzeuge und ist, im weitesten Sinne genommen, ein vom Fahrenden getriebenes Rollfahrzeug. Diese Gruppe beginnt mit dem Kunstwagen des Mittelalters und erstreckt sich bis zum Automobil der Neuzeit. Letzteres gehört seiner Bauart nach zu den Fahrrädern und der Antriebsart nach zu den Lokomotiven.

Die älteste Notiz über ein derartiges Fahrzeug scheint die des Pirnaer Dominikanermönches Johann Lindner zu sein*), welcher eine Menge geschichtlicher Notizen gesammelt hat. Eine derselben lautet: „1505 unterstand sich ein Bürger zu Pirna, einen Wagen mit Schrauben anzurichten, um damit ohne Pferde zu fahren, blieb aber im Kote stecken, nicht ferne von der Stadt. Auf der Ebene hätte er es eine gute Weile mögen enden.“ Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine mit Hilfe von Kurbeln gedrehte Welle mit Schraube ohne Ende, welche mit den Rädern in Verbindung gesetzt worden war.



1048. Rennwolf.

Die Fahrräder zerfallen je nach der Anzahl der Räder in Vier-, Drei-, Zwei- und Einräder. Das älteste Fahrzeug dieser Art hatte vier Räder und führte den Namen Kunstwagen.

---

*) Als geschichtliche Quellen sind außerdem anzuführen, die eingehende Abhandlung von Dr. Karl Biesendahl im „Radsport“, Stuttgart; Wäntig Haugk: „Kurze Chronik der Reichsdeutschen Radfahrervereinigungen“, Neuwied und Leipzig, Heusers Verlag; Kathiau: „Freiherr Karl Friedrich Drais von Sauerbronn“, Karlsruhe, Macklotsche Druckerei, sowie Wilhelm Wolf: „Fahrrad und Radfahrer“, Leipzig, Otto Spamer. Eine sehr beachtenswerte geschichtliche Zusammenstellung bringt die illustrierte Preisliste der Fahrradwerke Brennabor, Brandenburg a. H.

Ein solcher (Abb. 1049) wurde zuerst im Jahre 1649 von Hans Hantsch in Nürnberg vorgeführt und später von dem Prinzen Karl Gustav in Stockholm gekauft. In der Nürnberger Chronik heißt es: „Und geht solcher Wagen in einer Stund 2000 Schritt, man kan still halten, wenn man wil, man kan fort fahren, wenn man wil, und ist doch alles von uhrwerk gemacht." — Diese Geschwindigkeit ist eine außerordentlich geringe, entspricht aber einerseits ganz leidlich dem Gebrauch bei feierlichen Umzügen und anderseits der Betriebskraft mitfahrender und drehender Arbeiter, die sich jedenfalls im hinteren Aufbau befanden. Das Ziel aber, ganz mit eigener Kraft zu fahren,



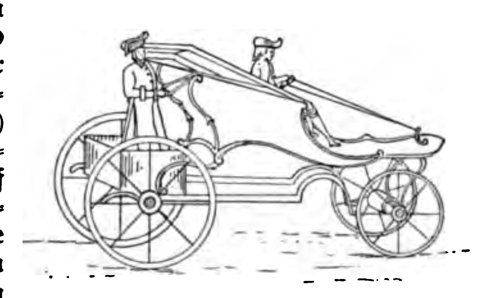
1049. Kunstwagen von Hans Hantsch in Nürnberg 1649. Nach einem gleichzeitigen Stiche.



1050. Kunstwagen mit Handbetrieb von Stephan Farfler in Altdorf bei Nürnberg. Mitte des 17. Jahrhunderts.

erreichte erst der 1633 geborene Nürnberger Stephan Farfler. Derselbe war gelähmt und fuhr (Abb. 1050) mit Selbstbetrieb zur Kirche. Farfler hatte schon vorher einen Kunstwagen mit drei Rädern gebaut und scheint diesen Industriezweig noch weiter verfolgt zu haben, denn es besteht eine Abbildung eines von Farfler gebauten, wesentlich kostbareren Gefährtes, welches ebenfalls mit Handkurbeln getrieben wurde.

Den von Farfler eingeschlagenen Weg verfolgte — vielleicht auf Grund selbständiger Gedanken — zunächst der französische Arzt M. Richard zu La Rochelle, welcher 1693 einen vierrädrigen Wagen mit Trittkurbeln trieb. Auch in Italien (Genua, Padua und Bologna) sollen zu jener Zeit Wagen dieser Art im Betrieb gewesen sein. Und in England traten erst 1761 Ovendon (Abb. 1051) und 1769 John Ververs mit einem „Reisewagen" (Abb. 1052) auf, der sich indessen auf das Gefährt des Franzosen Richard zurückführen läßt, welcher Zeichnungen an englische Fabrikanten gesandt haben soll. Nach allem diesen ist man wohl berechtigt, die Erfindung des Selbstfahrens als eine deutsche zu bezeichnen.



1051. Ovendons Maschine 1761.

Dem vierrädrigen Kunstwagen folgte in seiner weiteren Ausbildung merkwürdigerweise nicht das Dreirad, sondern das Zweirad, und es hat lange Zeit gedauert, bis dieser Anfang einer neuen Reihe gemacht wurde. Es ist dies die dem Rennwolf (Abb. 1048) entsprechende Laufmaschine des Freiherrn Karl von Drais (Abb. 1053). Derselbe, fürstlicher Forstmeister zu Karlsruhe, führte im Jahre 1815 — so lange mußte die Frage ruhen — auf dem Wiener Kongreß ein steuerloses zweirädriges Fahrzeug vor, welches durch den rittlings darüber befindlichen Fahrer in kräftigem Lauf angetrieben wurde, worauf sich derselbe eine Zeitlang auf das Vehikel setzen und sich durch die lebendige Kraft, welche er demselben erteilt hatte, forttragen lassen konnte. Diese Ehre, der Erfinder des Laufrades zu sein, kostete ihn den Forstmeistertitel. Doch erteilte ihm





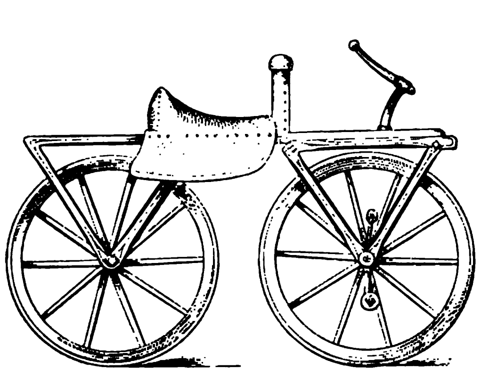
1052. Englischer Kunstwagen von Ververs. (Zu S. 875.)



1053. Laufrad des Herrn von Drais, 1815.



1054. Zweirad von Philipp Moritz Fischer (etwa 1850).



1055. Laufrad von Baader mit Trittkurbeln (1862).



1056. Knochenschüttler.

später der Großherzog die Würde eines Professors der Mechanik und bewilligte ihm ein Patent auf seine Erfindung für 10 Jahre.

Drais, offenbar ein talentvoller und eifriger Mechaniker, ging indessen wieder vom Zweirad ab und auf das Vierrad zurück. Er setzte dasselbe auf die inzwischen erstandenen Eisenbahnschienen und gelangte so zu einem mit Kurbeln getriebenen Wagen, der bekannten und noch heute vielfach benutzten Draisine. Das Wort muß also eigentlich deutsch ausgesprochen werden.



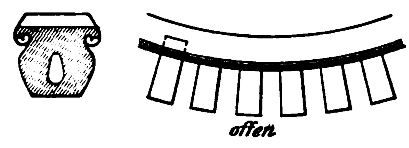
1057. Hochrad (etwa 1885) System National. (Zu S. 378.)

Inzwischen erschien auch das Dreirad, indem der jetzt noch in Jülich lebende Mechaniker Franz Kurtz im Jahre 1840 ein solches mit Fußhebeln getriebenes Fahrzeug am Rheine vorführte und damit großes Aufsehen erregte.

Inzwischen brach sich auch das von Drais verlassene Zweirad Bahn. Dasselbe hatte sich für gute Wege als recht nützlich erwiesen und bereits (Abb. 1047) zu einem munteren Sport geführt. Man kannte bereits im Jahre 1811 Fahrradbahnen, auf denen man lernte, sich den Fährlichkeiten dieser Fortbewegungsart auszusetzen. — Es ist eigenartig, daß der nun erforderliche Schritt bis zum eigentlichen Fahrrad noch so lange Zeit brauchte. Es war Philipp Moritz Fischer, der ihn that.

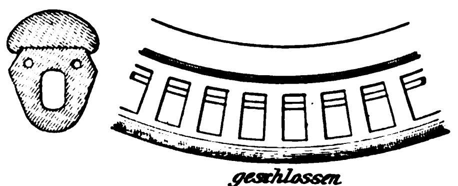
Derselbe, im Jahre 1812 geboren, in Oberndorf wohnhaft, besuchte die Schule in dem ¾ Stunde entfernt gelegenen Schweinfurt und benutzte dazu das Laufrad, dessen Eigenschaften er auf diese Weise gründlich kennen zu lernen Gelegenheit hatte. In den Jahren 1850—1855 versah er das Rad mit Trittkurbeln und stellte so das erste Fahrrad dar.*) Dasselbe, in der Abb. 1054 dargestellt, befindet sich noch heute in dem Museum zu Schweinfurt.

Auf Fischer folgte Baader, Oberbergrat in München, welcher sein aus dem Anfang dieses Jahrhunderts stammendes Laufrad im Jahre 1862 mit Trittkurbeln versah (Abb. 1055), und diesem Michaux, welcher im Jahre 1867 mit einem solchen Fahrzeug auftrat.



1058. Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)

Wie aus den Abbildungen zu erkennen, waren diese Räder wohl geeignet, auf guten Wegen als Förderungsmittel zu dienen; aber der Mangel der Federung und der ganze noch unvollkommene Bau trugen wenig dazu bei, ihm Freunde zu erwerben. Zunächst brachte man daher Federkraft in den Sattel, indem man denselben (Abb. 1056) auf Federn setzte. In dieser Form kam es vor etwa 30—35 Jahren von Paris nach Amerika, wo es sich den Namen Boneshaker, Knochenschüttler, erwarb. Nun aber wurde es mit Gummireifen versehen und von W. A. Cowper auf andere Räder gesetzt. Die hölzernen Stützspeichen wurden durch Hängespeichen aus Draht ersetzt, wodurch das Rad eine ganz wesentlich größere Leichtigkeit erhielt. Gleichzeitig vergrößerte man, um die



1059. Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)

*) Diese Notiz verdanke ich den persönlichen Mitteilungen des Sohnes, Herrn Friedrich Fischer, Gründer der ersten deutschen Kugelfabrik zu Schweinfurt. — Der Ref.

Wirkung der Kurbeln zu verstärken, das vordere Rad, setzte Kugellager ein und schuf so das bekannte Hochrad (Abb. 1057), als welches es sich zunächst in England und dann auch in Deutschland u. s. w. verhältnismäßig schnell einbürgerte. Der Bann war nun gebrochen, und es begann in den drei genannten Ländern eine regelrechte Fabrikation. Aber auch dies Rad war noch dem Sport überwiesen, denn das fahren auf einem Hochrad erfordert die Gewandtheit der Jugend, sogar eine besondere Veranlagung. Man ging daher wieder zu dem Rad mit zwei annähernd gleichen, kleineren Rädern zurück, bei welchem der Fahrende leicht den Boden gewinnen konnte, fügte die bekannte Kettenübersetzung ein und nannte dies Sicherheits- oder Niederrad. Aber auch das hätte ihm nicht zu dem Siegeslauf verholfen, welchen es nunmehr in unseren Tagen antrat. Es hatte immer noch zuviel vom Knochenschüttler; es fehlte noch die sogenannte **Pneumatik**.



1060. Rad mit Temmels Kompensationsreifen. (Zu S. 380.)

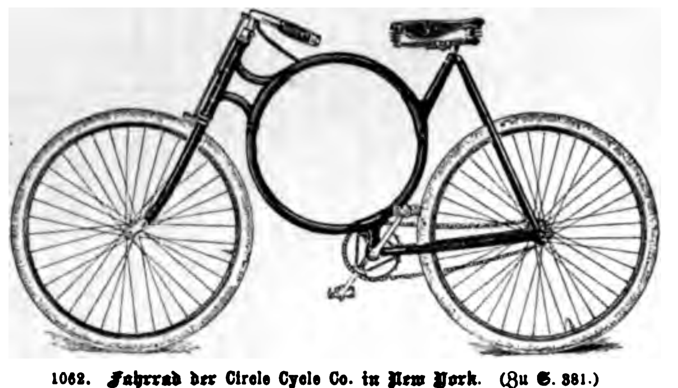
Mit Luft gefüllte **Gummischläuche** zum bekleiden der Radfelgen waren freilich schon länger in Gebrauch gewesen. Denn bereits im Jahre 1846 versah der englische Ingenieur R. W. **Thomson** die Räder seines Wagens mit einem hohlen Ring aus Kautschuk, überzogen mit Leder. Nach einer Mitteilung von Richard Lüders in Görlitz machte er dann am 17. März 1847 in Regentpark, London, mit einem Wagen von $1\frac{1}{2}$ Zentner Gewicht Versuche, welche auf gutem Wege eine Ersparnis von 38 %, auf schlechtem sogar eine solche von 68 % gegenüber den gewöhnlichen Rädern ergab.

Indessen geriet dies in Vergessenheit, bis vor wenigen Jahren ein Dubliner Tierarzt Namens **Dunlop***) die Räder des Fahrrades seines $12\frac{1}{2}$jährigen Sohnes mit einem luftgefüllten Gummischlauch versah, den er durch umwinden von Leinwandstreifen mit der Felge verband. Auf das Ganze wurde ein in der Mitte verdickter Streifen aus Paragummi geklebt.

1061. Rover 1884. (Zu S. 381.)
Nach einer Photogr. (Journal of the U. St. Artillery 1896, S. 236.)

Der Knabe fuhr mit dem so ausgestatteten Rad längere Zeit, ohne daß die Verbesserung Beachtung fand, bis ein englischer Rennfahrer durch den dem Auge ungewohnten, unförmigen Reifen, sowie namentlich durch die Leichtigkeit, mit der der Knabe das Pflaster befuhr, auf den bedeutsamen Fortschritt aufmerksam wurde und vor allem den Erfinder selbst aufmerksam machte. So verschaffte sich Dunlop noch rechtzeitig den Patentschutz. Nunmehr verbreitete sich der pneumatische Gummireifen schnell in alle Welt, namentlich durch Vermittelung der französischen Firma Humbert,

*) Nach einer persönlichen Mitteilung des Herrn Ingenieur **Lehmann**, Direktor der Fahrradfabrik Freya in München.



1062. Fahrrad der Circle Cycle Co. in New York. (Zu S. 381.)



1064. Damenrad mit verstärktem Rahmen. (Zu S. 381.)



1063. Petersen-Niederrad. (Zu S. 381.)



1065. Damenrad mit verstärktem Rohr. (Zu S. 381.)

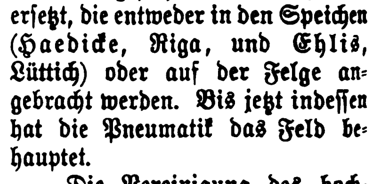
Clement & Gladiator, deren thätiger Gründer, Clement, in Frankreich zuerst die Fabrikation des Fahrrades — Clement & Co. — in die Hand genommen hatte.

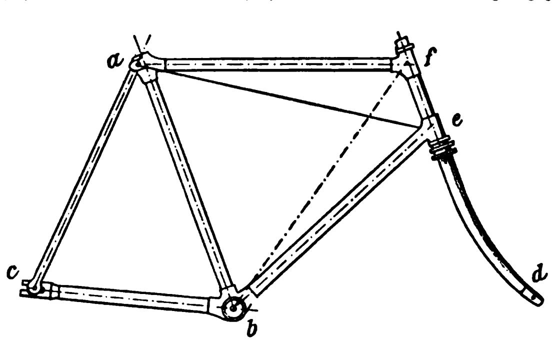
Der Gummischlauch — Pneumatik genannt — hat längst eine feste Gestaltung angenommen und besteht, wie aus der näher zu besprechenden Abb. 1133 zu ersehen, aus einem ringförmigen, in sich geschlossenen und mit einer Ventilverschraubung versehenen Schlauch aus elastischem Gummi und einer in den Rand der Felge einzuklemmenden Hülle aus vulkanisiertem Gummi.



1066. Modernes Straßenrennrad der Brennaborwerke in Brandenburg a. H.

Es sind verschiedene Wege eingeschlagen worden, das elastische Kissen, welches man dem Fahrradreifen anbilden muß, einfacher und billiger zu gestalten. Man hat, wie aus der genannten Abbildung (c) zu ersehen, den zuerst massiven Gummiring mit einer Höhlung versehen und auch Moosgummi (d) angefügt, welcher wesentlich weicher als der gewöhnliche Gummi ist. Man hat diese Masse sogar auf den ganzen Querschnitt (e) ausgedehnt, aber nicht die Elastizität des Luftkissens ganz erreichen können. — Neuerdings hat Temmel sogenannte Kompensationsreifen eingeführt, welche (Abb. 1058) aus einem kräftigen flachen Ring bestehen, auf welchen gelochte Gummiklötze gesetzt sind. Für größere Anforderungen werden diese Klötze (Abb. 1059) durch einen aufgelegten Streifen verbunden. Die Zwischenräume bleiben entweder frei — sie setzen sich vermöge der steten Formveränderung nur wenig zu — oder werden mit einem geeigneten Kitt ausgefüllt. — Abb. 1060 zeigt ein mit einem solchen Kompensationsstreifen versehenes Rad. — Endlich hat man den Gummi ganz zu vermeiden gesucht und durch Federn ersetzt, die entweder in den Speichen (Haedicke, Riga, und Ehlis, Lüttich) oder auf der Felge angebracht werden. Bis jetzt indessen hat die Pneumatik das Feld behauptet.





1067. Der Rahmen.

Die Vereinigung des hochelastischen Gummireifens mit dem Sicherheitssystem — das Niederrad — machte das Fahrrad für jedermann gebrauchsfähig, und mit einer erstaunlichen Schnelligkeit verbreitete sich das nützliche Fahrzeug über die ganze Welt. Viel hat dazu auch der Fortschritt beigetragen, den der Maschinenbau und mit ihm die Werkzeugindustrie gemacht hat. Landwirtschaftliche Maschinen, Gewehre und Nähmaschinen hatten die Massenfabrikation großgezogen, und das Fahrrad konnte gar nicht einmal in der Weise wie geschehen erstehen, bevor diese Stufe erreicht war. Dann hat es aber auch tüchtig geholfen, die Massenfabrikation weiter zu erziehen, welche einem großen Teil des heutigen Maschinenbaues den Stempel aufgedrückt hat.

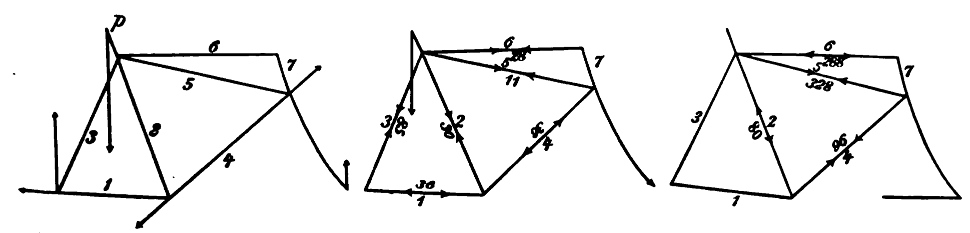
Immerhin hat es Jahre gebraucht, bevor die Fabrikation des Fahrrades soweit gelangen konnte. — Die Form des Fahrrades oder vielmehr des Gestelles desselben, welches die Verbindung der Räder mit dem Sitz herstellt, hat verschiedene Wandlungen durchgemacht, bevor sie auf die heutige konstant erscheinende gekommen ist. Es gibt deren weit über



1068. Expreßfahrrad „Nürnberg“.

hundert verschiedene Formen. Unter diesen gewann der Rover (Abb. 1061) in den neunziger Jahren die meiste Verbreitung. Rücksichten auf Stabilität und Schönheit, der Wunsch, eine besondere Form für die Reklame zu haben, und das Streben, auf eine für die Herstellung möglichst einfache Form zu kommen, sind hier maßgebend gewesen. Nur einige wenige wollen wir hier herausgreifen. Abb. 1062 zeigt die Form der Circle Cycle Co. in New York, welche den Kreis als Grundlage angenommen hat, und Abb. 1063 das Petersen-Niederrad, Humber & Co. in London, welches die höchste Elastizität in das Gestell hineinzutragen bestrebt ist.

Besondere Schwierigkeiten hat das Bestreben verursacht, das Rad auch den Damen zugänglich zu machen, was bei dem Hochrad nahezu ausgeschlossen ist. Man ist hier auf eine Grundform gekommen, welche durch die Abb. 1064 dargestellt sein mag. Abb. 1065 zeigt die äußerste Grenze, welche Festigkeit mit Zugänglichkeit und Eleganz zu vereinen bestrebt ist. Beide Formen lehnen sich an diejenige an (Abb. 1066), welche sich heute das Feld erobert hat und dasselbe wohl auch noch lange Zeit behaupten wird.



1069 bis 1071. Beanspruchung des Rahmens. (Zu S. 382.)

Dieser Rahmen hält indessen den theoretischen Erwägungen nicht ganz stand. Er besteht aus einem Dreieck und einem Trapez, und letzteres ist keine starre Figur. Doch sind längst die beiden Wege eingeschlagen, welche auch strengen Anforderungen entsprechen. Durch die Verbindung der Punkte a und e (Abb. 1067) wird das Trapez in zwei Dreiecke zerlegt, also zu einer starren Figur gemacht, welchen Weg (Abb. 1068) die Nürnberger Expreß-Fahrradwerke eingeschlagen haben, während die englische Marke Girda Star, von Guest & Barrow, die andere Teilung, Linie b bis f, durchgeführt hat. Im übrigen entsprechen die heutigen Ausführungen durchaus nicht immer den Ansprüchen des Konstrukteurs; und so ausgebildet die Fabrikation ist, so wenig Berücksichtigung findet im allgemeinen die Berechnung.

Abb. 1069 stellt einen Rahmen der heute üblichen Form in seinen Mittellinien dar. Nimmt man die auf den Sitz wirkende vertikale Belastung P zu 100 an, so stellen sich die verschiedenen Beanspruchungen der Elemente wie folgt:

Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	36	—	—	36	—	—	kg
„ Druck	—	30	85	—	11	28	„

1072 1073 1074

1072. Doppelrohr. 1073. Gefaltenes Rohr.
1074. Rohrversteifung. (Zu S. 384.)

1075. Rahmen aus Blech gestanzt. (Zu S. 384.)

Abb. 1070 enthält diese Zahlen des leichteren Vergleichs wegen an den betreffenden Elementen eingetragen.

Die vertikale Belastung ist aber nicht die einzige, der das Fahrrad ausgesetzt ist; stößt dasselbe beim fahren gegen einen Baum oder erfährt dasselbe sonst einen horizontalen Widerstand, so treten naturgemäß andere Beanspruchungen auf.

Um hier zu einem Resultat zu gelangen, hat Referent eine Gabel einer gut angesehenen Fahrradfabrik auf ihre Biegungsfestigkeit untersucht und gefunden, daß dieselbe in horizontaler Richtung höchstens mit 100 kg beansprucht werden darf, in welchem Falle bereits eine bleibende Durchbiegung merkbar ist. Zerlegt man nun eine auf das Ende der Gabel, der Achse des Vorderrades, wirkende Kraft von 100 kg, so erhält man (s. auch Abb. 1071):

Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	—	80	—	—	—	288	kg
„ Druck	97	—	9	96	326	—	„

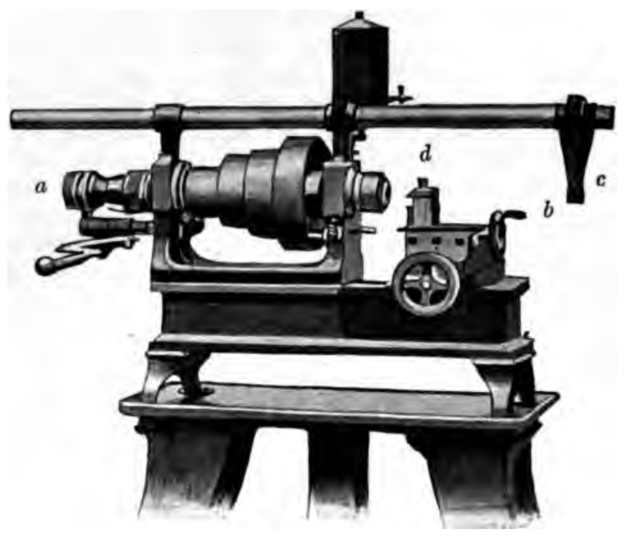
In diesem Falle würden also die Organe des Fahrrades so beansprucht werden, wie es die Festigkeit der Gabel überhaupt gestattet.



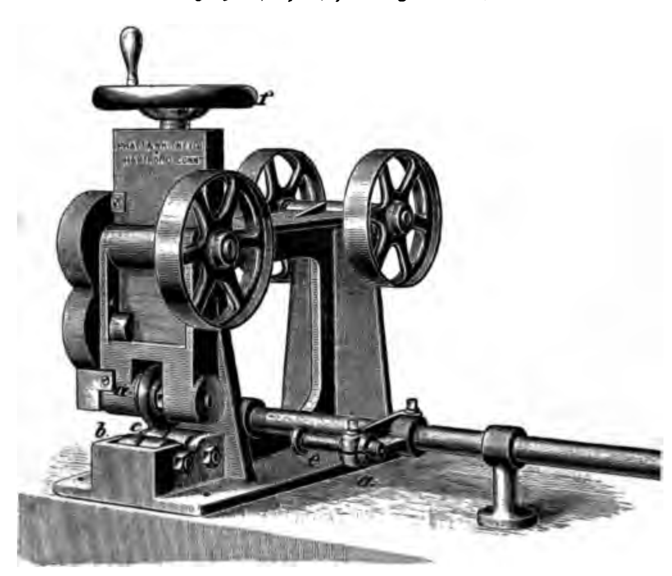
1076. Bambusrad. (Zu S. 384.)

Die Maximalbeanspruchungen, welche also bei 100 kg von oben, bezw. bei derselben von vorn wirkenden Kraft auftreten, würden sein:

Element	1	2	3	4	5	6	
auf Zug	—	80	85	—	—	288	kg
„ Druck	97	—	—	96	326	—	„



1077. Rohrabstechmaschine. (Zu S. 384.)

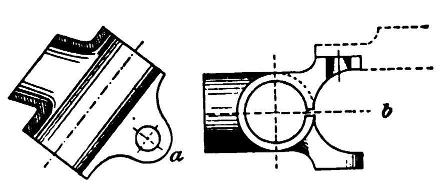

1078. Maschine zum Abschneiden der Rohre. (Zu S. 384.)

Wir sehen also, daß die Strebe 5, welche bei den gewöhnlichen Fahrrädern gar nicht einmal vorhanden ist und durch die Strebe 6 ersetzt werden muß — zuzüglich der auf die Knotenpunkte alsdann auftretenden Biegungskräfte — mehr als viermal so stark beansprucht wird, als die anderen Stäbe, und 6 unter diesen günstigen Verhältnissen etwa dreimal, während die Praxis den betreffenden Querschnitten nur verhältnismäßig geringe Unterschiede zubilligt.

Die Stangen, welche das Gestell bilden, werden zum größten Teile aus nahtlosen Rohren gebildet, über deren Herstellung in dem Abschnitte „Rohre" das erforderliche mitgeteilt worden ist.

Außer den nahtlosen Rohren verwendet man auch zusammengesetztes Material, dem man zugleich eine gewisse Versteifung erteilt. Abb. 1072 zeigt ein aus zwei miteinander verfalzten Rohren bestehendes Doppelrohr. Da die Nahtbildung, welche aus der Abbildung hervorgeht, kaum eine Einwendung zuläßt, so ist der Vorteil anzuerkennen, daß zwei ineinander gesteckte und gut miteinander verbundene Rohre von dünner Wandstärke eine größere Festigkeit besitzen als ein entsprechend dickwandiges Rohr, bei welchem die verdichtende Wirkung des ziehens noch nicht so weit vorgeschritten ist, wie bei dem ersten. Während nun diese Rohrbildung auch als solche ihren Wert hat, erstrebt man bei anderen Zusammensetzungen weniger diese, als nur eine Versteifung. Auch hier wieder sind verschiedene Wege eingeschlagen worden. Abb. 1073 zeigt ein gefaltenes Rohr, welches aus einem wesentlich weiteren Rohr durch einwalzen von Rillen gebildet worden ist. Das Rohr hat eine geringere Festigkeit auf Biegung, als es ungefalten besaß. Aber es hat den gewünschten kleineren äußeren Durchmesser und bei diesem eine wesentlich höhere Steifigkeit als das einfache Rohr von

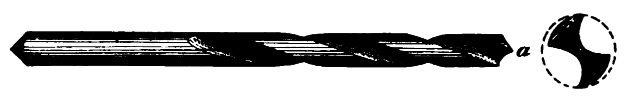
gleichem Durchmesser und Gewicht. — Eine sehr starke Rohrversteifung erhält man durch die in der Abb. 1074 dargestellte Vereinigung von fünf Rohren. Vier gleiche kleinere Rohre werden durch ziehen sektorartig gestaltet und zusammen in ein fünftes von entsprechender Weite geschoben, mit welchem sie wieder durch ziehen fest vereinigt werden. Das Zieheisen erhält naturgemäß einen nur wenig geringeren Durchmesser, als das weitere Rohr besaß. Es wird auf diese Weise ein Kreuzquerschnitt gebildet, welcher Festigkeit mit Leichtigkeit in überaus günstiger Weise vereinigt. Auch haben sich andere Querschnitte eingefunden. Die Girda Star-Räder haben Streben mit U-förmigem Querschnitt, welcher für Zug dem Kreisquerschnitt event. ebenbürtig, für Druck indessen minderwertig ist. Neuerdings hat man das Rohr für Fahrradgestelle aus zwei Halbrohren zusammengesetzt und nach Abb. 846 (Abschnitt „Rohre") miteinander verbunden — nach einem Verfahren des Verfassers wird der ganze Rahmen aus zwei Blechen gestanzt — und auch für die Hauptstreben die in der Abb. 1075 a und für die Gabelarme die dort unter b und c angegebenen Querschnitte verwendet (Deutsche Volksfahrradwerke, Berlin). Endlich hat man auch gebohrte Holzstäbe (Abb. 1099) und, wie es scheint mit gutem Erfolg, Bambus (Abb. 1076 und 1100) für die Stäbe genommen.



1079. Sattelstützrohrmuffe aus dem Vollen.

Behufs Verbindung der Rohre zum Gestell werden dieselben zunächst auf genaue Länge gebracht, was durch abstechen oder durch abschneiden erfolgt. Abb. 1077 zeigt eine zum abstechen eingerichtete Maschine. Dieselbe, nach Art der Drehbank gebaut, erhält das Rohr a bis b von hinten her durch die hohle Spindel gesteckt, wobei es an dem verstellbaren Arm c seinen Halt findet. Darauf wird dasselbe in dem Kopf der Spindel festgeklemmt und nunmehr, nachdem letztere durch Riemen in Umdrehung versetzt worden, mit Hilfe des in dem Support d eingespannten Stahles abgestochen.

Das abschneiden der Rohre wird durch ein rollendes Messer a (Abb. 1078) bewirkt, welches über zwei Walzen b und c läuft, auf denen das Rohr ruht. Dasselbe wird durch die Wirkung des sich drehenden Messers ebenfalls in Umdrehung versetzt und nimmt die Walzen mit. Diese sind, wie aus der Abbildung erkenntlich, mit Eindrehungen versehen, so daß das Messer nach dem Durchgange frei bleiben kann; es wird durch einen Support vom Arbeiter niedergeschraubt. Zur richtigen Bemessung der abzuschneidenden Längen ist die Maschine wieder mit einem Arm o versehen, der eine verstellbare Anschlagscheibe e trägt, welche den Vorschub des Rohres begrenzt.



1080 u. 1081. Spiralbohrer und Querschnitt desselben.

Die Vereinigung der Rohre zu dem Rahmen geschieht zum Teil durch feste, zum Teil durch Gelenkverbindungen.

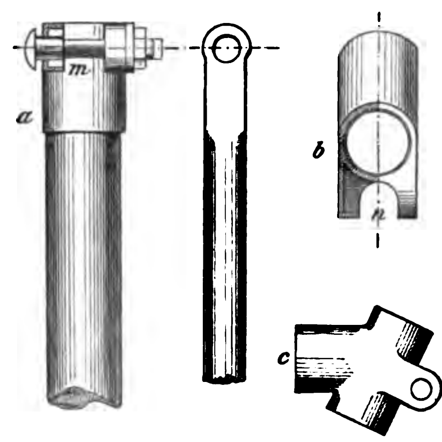
Feste Verbindungen finden wir bei den Punkten a, b, c, f und e, während die Verbindung von a nach c hin (Abb. 1067) und auch bei c als eine Gelenkverbindung ausgeführt zu werden pflegt.

Zur Bildung der festen Ecken verwendet man heute fast durchweg die sogenannten Eckstücke, Muffen oder Fittings, welche naturgemäß für jede Ecke besonders zugepaßt und mit einer außerordentlichen Sorgfalt unter Berücksichtigung der größten Leichtigkeit, Festigkeit und Zweckmäßigkeit geformt sind. Nur selten und bei älteren Konstruktionen findet man Ecken, welche unmittelbar durch verschweißen oder verlöten der Rohrenden, oder mit Hilfe unvollkommener Eckstücke hergestellt sind.

Zur Herstellung der Eckstücke selbst führen drei Wege: Die Ausarbeitung aus dem Vollen, der Temperguß und das treiben oder drücken in Blech.

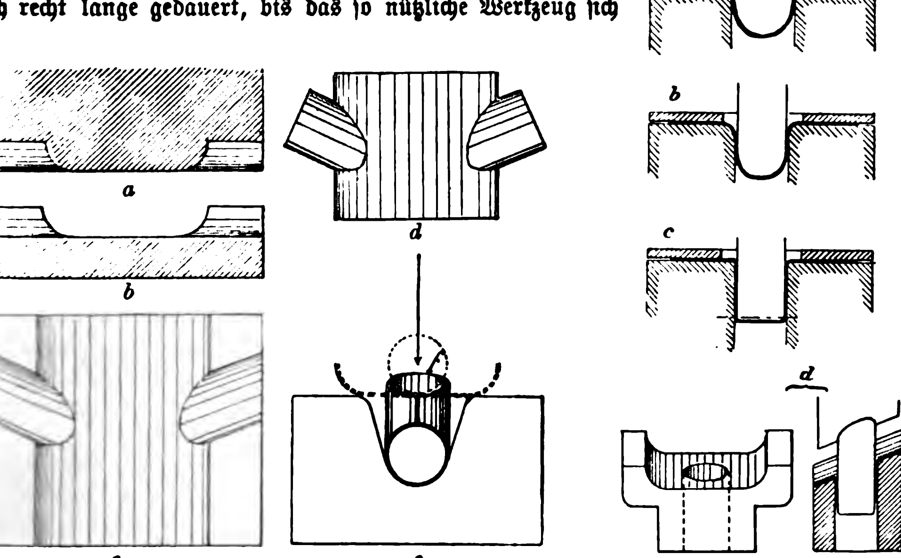
Abb. 1079 a und b zeigt eine aus dem Vollen ausgearbeitete Sattelstützrohrmuffe genannte Verbindung bei a (Abb. 1067), welche gleichzeitig das Scheitelrohr a f, das Sattelstützrohr a b und die Gabelrohre a c aufzunehmen hat, und zwar erstere beiden in

fester und letztere als Gelenkverbindung. Gleichzeitig muß dies Stück noch spannbar, also aufgeschnitten sein, um die durchgehende Sattelstütze festklemmen zu können. Dasselbe ist, um die denkbarste Solidität mit der größten Leichtigkeit zu vereinigen, aus dem Vollen gearbeitet, wie es die berühmte Firma Seydel & Naumann bei allen Fittings und selbst beim Hauptstück durchführt. Es geschah dies zu Anfang auf der gewöhnlichen Fräsbank, während heute Spezialmaschinen, häufig eigene Konstruktionen der einzelnen Fabriken, hierzu verwendet werden, wie wir es eben angedeutet fanden.



1082. Sattelstützrohrmuffe getrennt. (Zu S. 386.)

Die Grundlage für diese Arbeit bildet das bohren. Hierzu dient der seit etwa 10 Jahren fast überall eingeführte sogenannte amerikanische Spiralbohrer (Abb. 1080). Derselbe stammt indessen wie so manches andere aus Deutschland und ist eine Erfindung des vor kurzem verstorbenen Frankfurter Mechanikers Martignoni. Dieser stellte den Bohrer in ganz derselben Gestalt, wie er sich jetzt in allen auch nur einigermaßen gut eingerichteten Werkstätten befindet, aus Stahldraht durch feilen her, konnte aber trotz der vorzüglichen technischen Brauchbarkeit keine geschäftliche Verwendung finden. Erst durch die Pariser Ausstellung wurde die Erfindung in den großen Betrieb eingeführt. Man lernte die inzwischen herangebildete Fräsmaschine zur Herstellung der Gänge verwenden und den Bohrer auf diese Weise in Massen und demgemäß billig zu fabrizieren. Aber es hat noch recht lange gedauert, bis das so nützliche Werkzeug sich



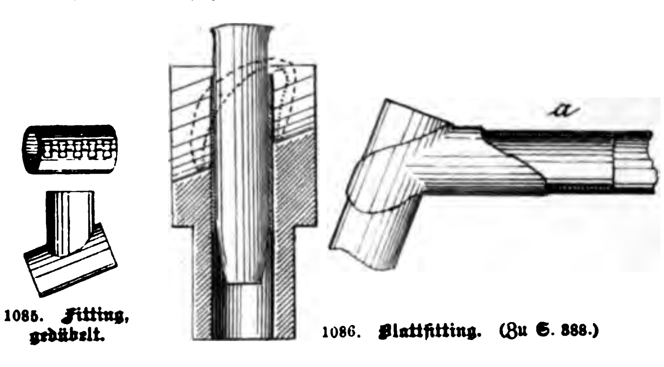
1083. Fitting aus Blech zusammengebogen. (Zu S. 387.)

1084. Fitting, aus Blech gedrückt.

Eingang in die Werkstätten verschaffte. Der Bohrer muß nämlich an der Spitze gut angeschliffen werden, wenn er gut arbeiten soll, und das ist ohne geeignete Vorrichtungen recht schwierig. Erst als die Spiralbohrschleifmaschinen sich einbürgerten, war die Zeit auch für den Spiralbohrer selbst gekommen. — Zur Beurteilung des gleich-

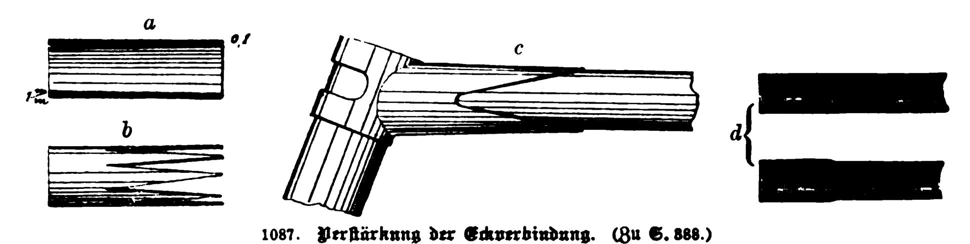
mäßigen Schliffes werden diese Bohrer mit einer Schleiflinie (siehe Abb. 1080) versehen, welche auf der Fräsbank mit Hilfe eines spitzen Dornes eingerissen wird.

Der namentlich von Morse in Amerika zuerst in Massen hergestellte Spiralbohrer hat einige bemerkenswerte Eigenschaften. Sowohl die Spitze wie die Gänge sind hinterarbeitet, damit sie sich frei schneiden. Dann wird die „Seele", das zwischen den Gängen befindliche Material — vergl. den in der Abb. 1081 dargestellten etwas vergrößerten Querschnitt — nach der Spitze zu dünner gehalten und endlich werden die Gänge sogar mit nach dem Schaft zu steigendem Drall versehen. Letzteres hat den Zweck, die durch die nach der Spitze zu fortschreitende Vertiefung der Gänge hervorgebrachte Verbreiterung derselben auszugleichen, ist aber für die Arbeit des Bohrers von keiner erheblichen Bedeutung. Mit diesem Spiralbohrer werden die warm geschlagenen Massivstücke gebohrt und dann auf den Dorn der Fräsmaschine gesetzt, welche sie nach Möglichkeit (vergl. auch Abb. 1089) bearbeiten. Sie lassen nur kleine Ecken und Kanten stehen, welche dann von Hand ausgeglichen werden.



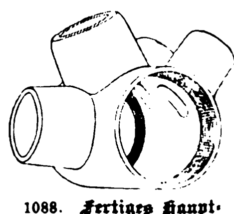
1085. Fitting, gedübelt.

1086. Blattfitting. (Zu S. 388.)



1087. Verstärkung der Eckverbindung. (Zu S. 388.)

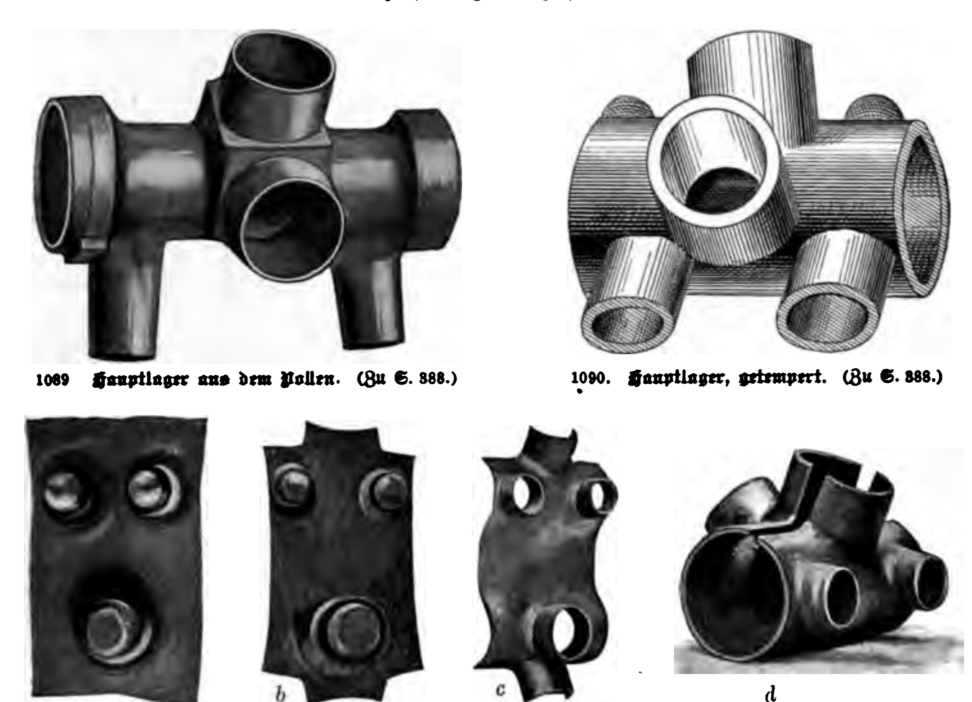
Diese Spezialfräsmaschinen, welche zur Zeit die Grundlage der Massenfabrikation dieser Art bilden, leisten oft erstaunliches. Sie entstammen wohl ursprünglich der Gewehrfabrikation. Als Beispiel sei hier angeführt, daß die wohlbekannte Kammer unseres modernen Infanteriegewehres auf solchen Maschinen vollständig und ohne einen Feilstrich fertiggestellt wird, dazu aber 113 Umspannungen erfordert.


1088. Fertiges Hauptlagerstück. (Zu S. 388.)

Die zweite Art der Herstellung der Fittings besteht in dem formen, gießen und tempern. Das Stück ersteht also zuerst in Gußeisen und wird dann durch glühen in gewissen Materialien — Hammerschlag, Roteisenstein, Zinkoxyd u. s. w. — tempern genannt, in einen schmiedbaren Zustand übergeführt. Das Verfahren gestattet leicht, Aussparungen anzubringen, und führt so auf einfachstem Wege zu geringem Gewicht. Abb. 1082 a, b, c zeigt dieselbe Sattelstützrohrmuffe, welche wir zunächst als aus dem Vollen herausgearbeitet kennen gelernt haben, in Temperguß hergestellt. Es sei hier z. B. auf die feine Aussparung bei n aufmerksam gemacht, welche ein breites Auge gestattet und doch wieder an Material spart.

Die dritte Methode endlich führt zu außerordentlich leichten Verbindungen. Es ist dies die Herstellung aus Blech durch pressen (topfen), treiben und kümpeln.

Auch hier sind wieder mehrere Verfahren im Gebrauch. Das eine liefert eine Naht durchweg, im Rohrstück und im Ansatz, das andere nur im Ansatz und ein drittes endlich gestattet, nahtlose Fittings herzustellen, allerdings nur für die leichteste Ware.

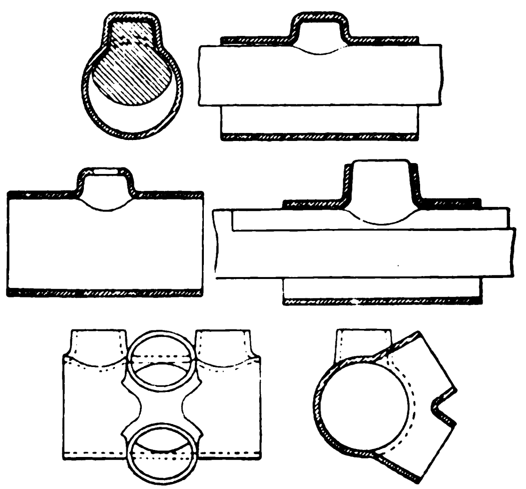


1089 Hauptlager aus dem Vollen. (Zu S. 388.)

1090. Hauptlager, getempert. (Zu S. 388.)

1091. Hauptstück aus Preßblech. (Zu S. 388.)

Das erstgenannte Verfahren ist in den Abb. 1083 a bis d dargestellt. a ist der Stempel oder das Obergesenk und b das Untergesenk, welches durch c in der Oberansicht dargestellt ist. Auf dieses Gesenk wird die Blechplatte gelegt und beim Heruntergehen des Stempels in die durch denselben bestimmte Form gebracht. Durch einen Schnitt werden die überschüssigen Teile abgetrennt und so der Mantel d gebildet. Dieser nun gelangt auf ein Gesenk e, wo er punktiert gezeichnet ist, und wird durch niedertreiben eines Rundstückes in die gewünschte Form gebracht.



1092. Hauptstück, aus einem Rohrstück getrieben. (Zu S. 388.)

Abb. 1084 stellt ein Verfahren dar, bei welchem derselbe Körper die Naht außen längs des Hauptrohres erhält. Das Blech wird zunächst in drei Zügen, a bis c, getopft, dann wird der Boden abgeschnitten, womit der T=Stutzen fertiggestellt ist. Nun kommt wieder ein der zu bildenden Form entsprechendes Preßgesenk d, in welchem der schiefe Winkel angebildet wird, worauf das Hauptrohr in üblicher Weise zusammengebogen wird. Die Naht wird dann entweder glatt oder nach geschehener Dübelung (Abb. 1085) verlötet. Letzteres erinnert an die in der Abb. 842 (Abschnitt „Rohre") dargestellte Rohrbildung. Um jede Gelegenheit zur Erleichterung zu benutzen, versieht man (Abb. 1087c) das Hauptrohr des T=Stückes mit einer Ausnehmung oder

bildet dasselbe zu zwei Flügeln zurück. Dies führt dann (Abb. 1086) zur Herstellung des T-Stückes aus einem Rohrstück. Dasselbe wird, wie aus der Abbildung zu ersehen, in ein mit einem Sattel versehenes Rohrgesenk gesteckt und dort mit einem Dorn festgetrieben, worauf die Flügel niedergehämmert werden. Die Arbeit kann ohne besondere Maschine vom Schlosser am Schraubstock ausgeführt werden, in welchen das Gesenk gespannt wird.

Diesem Bestreben zur möglichsten Erleichterung tritt das nach möglichster Festigung an die Seite. Die Festigkeit der Eckbildung leidet durch das nachherige löten, welches das Material weich macht. Man schiebt daher (Abb. 1086 a) ein kurzes Rohrstück ein, welches man, wieder zur Gewichtsverminderung, konisch macht (Abb. 1087a); dasselbe verjüngt sich in seiner Blechstärke von 1 zu 0,1 mm. Auch schneidet man das Rohrstück nach der einen Seite hin (Abb. b) zackenförmig aus oder vereinigt gleich diese Abschwächung (c) mit dem T-Stück. Endlich verwendet man auch Rohrstücke, welche (Abb. 1087 d) von innen oder außen durch Teilziehung absatzförmig abgeschwächt worden sind. Alles dies sind Feinheiten, welche beim fertigen Fahrrad meist gar nicht zu erkennen sind, und es beruht hierauf nicht zum geringsten Teil die Güte des Fabrikates; mehr wie viele andere Artikel ist der Kauf eines Fahrrades eine Vertrauenssache.

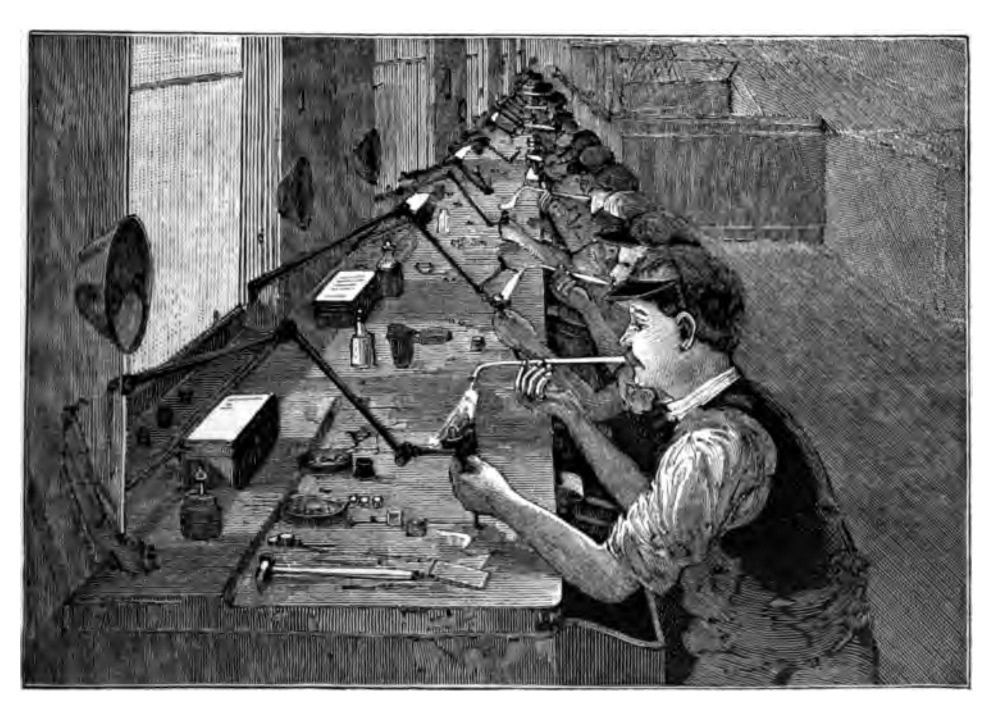


1093. Rahmenbohrmaschine. (Zu S. 390.)

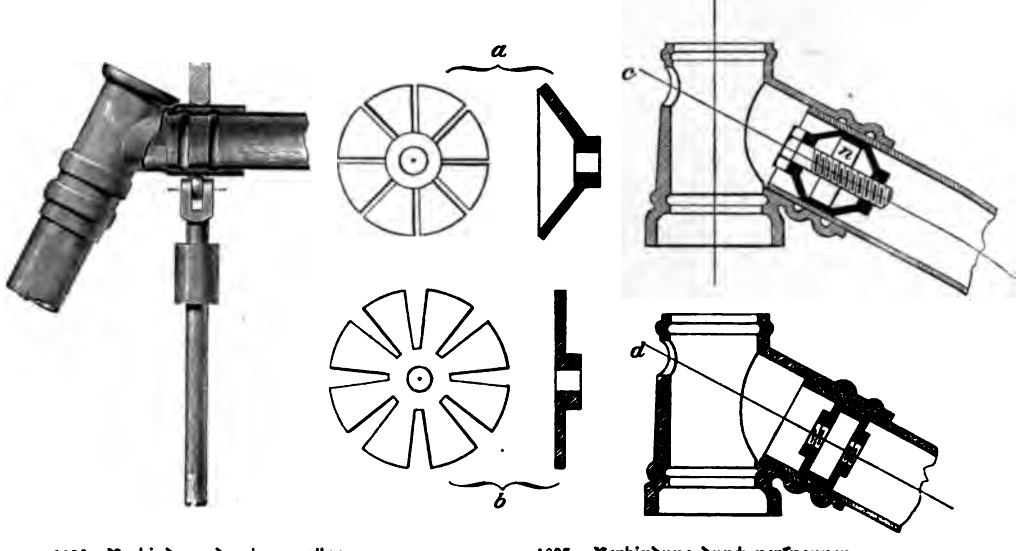
Ein wesentlicher Teil des Rahmens ist das Hauptstück, welches das Trittkurbellager enthält (b der Abb. 1067). Dasselbe hat die Aufgabe, die ihm zulaufenden Stützen b a, b c und b e zu vereinigen und als Gehäuse für das Trittkurbellager zu dienen. Es hat im allgemeinen die in der Abb. 1088 dargestellte Form und wird auf recht verschiedene Weise hergestellt. Als solidester Weg hierfür gilt wohl das ausarbeiten aus dem Vollen, was wir schon bei den Fittings oder Eckstücken (Abb. 1079 u. f.) besprochen haben. Abb. 1089 zeigt ein ähnliches Stück unmittelbar nach dem fräsen. Sehr viel Arbeit wird gespart, wenn das Stück gegossen werden kann — Temperguß — in welchem Falle es gleich die nötigen Höhlungen mit auf den Weg erhält, wie aus der Abb. 1090, ein Rohstück, zu ersehen ist. — Noch leichter gestaltet sich die Arbeit, wenn Blech als Rohmaterial genommen wird. Hier sind zwei Wege üblich: Abb. 1091 zeigt, wie zuerst drei Vertiefungen eingepreßt werden, welche durch ziehen zu den betreffenden Stutzen ausgebildet werden, während gleichzeitig auch die halben Hälse entstehen, welche beim Schluß den Stutzen für die Sattelrohrstütze geben. Abb. 1092 endlich stellt die Bildung des Hauptstückes aus einem Rohr dar, bei welchem die Stutzen



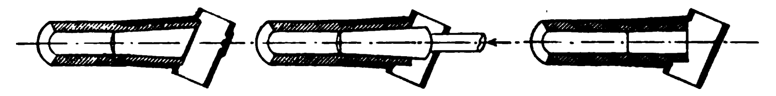
1094. Verlöten des Rahmens. (Zu S. 391.)
Nach Scientific American.



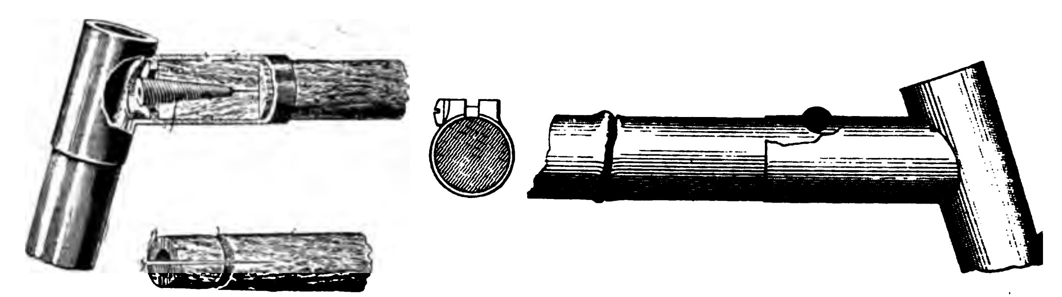
1095. Verlöten des Rahmens. (Zu S. 391.)
Nach Scientific American.



1096. Verbindung durch verrollen. 1097. Verbindung durch verspannen.



1099. Holzrahmenverbindung von Kircher & Co.



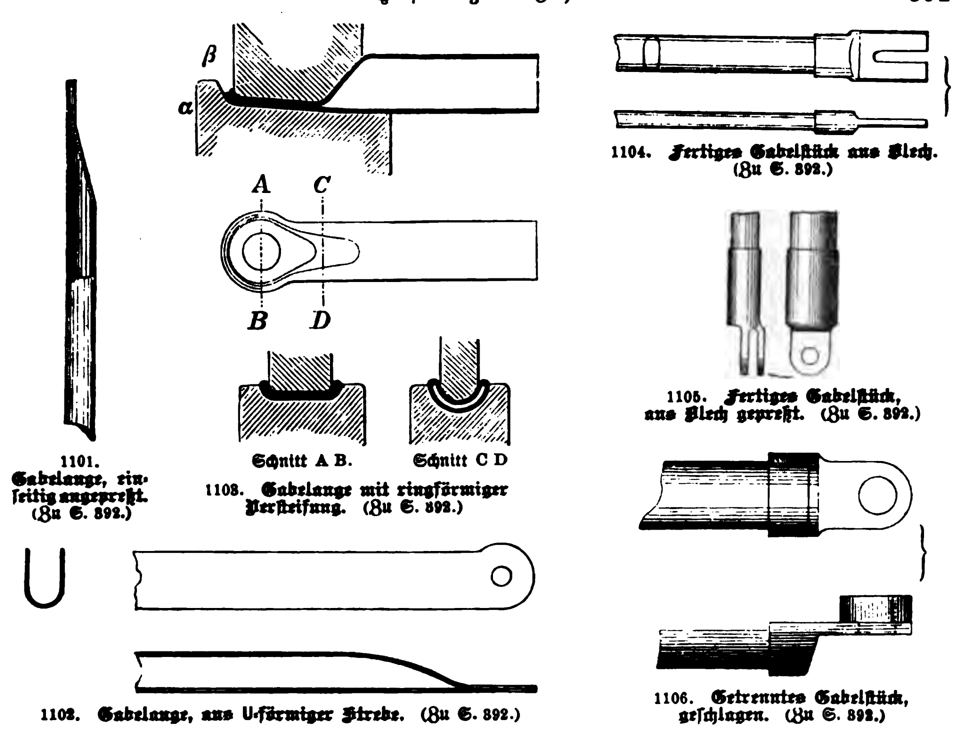
1098. Eckbildung am hölzernen Rahmen. 1100. Rahmen aus Bambus. Querschnitt u. Ansicht. (Zu S. 392.)

seitlich ausgebeult werden. Hierzu dient, wie zu ersehen, ein mit einer Warze versehener Dorn oder eine in geeigneter Weise eingelegte Kugel, welche die Auftreibungen einleitet, die dann durch weiteres auftreiben auf das richtige Maß gebracht werden.

Die Verbindung der Eckstücke mit den Rohrstücken zum Rahmen geschieht in den meisten Fällen durch löten. Um die Lage der einzelnen Teile für diese Operation zu sichern, müssen sie zuvor verstiftet werden. Hierzu dient die Rahmenbohrmaschine (Abb. 1093).

Dieselbe enthält einen Zapfen a, auf welchen das Hauptstück gestreift wird, und eine Anzahl Knaggen, b, c, d, mit Hilfe welcher der Rahmen genau in seiner richtigen Form festgespannt wird. Eine kleine Lauf-Bohrmaschine mit der Spindel e beherrscht das Ganze.

Das nun folgende löten wird auf verschiedene Weise durchgeführt. Im einfachsten Fall ist es ein gewöhnliches Holzkohlenfeuer, in welches die sorgfältig mit Schlaglot und Borax versehenen Lötstücke gebracht und vorsichtig mit Holzkohlenstückchen umpackt werden. Zum anfachen dient ein Federwedel. Um die Arbeit zu beschleunigen, leitet man vielfach eine Bunsenflamme hinein, welche die eigentliche Schmelzhitze erzeugt, nachdem das Kohlen-



1101. Gabelauge, einseitig angepreßt. (Zu S. 392.)

1102. Gabelauge, aus U-förmiger Strebe. (Zu S. 392.)

1103. Gabelauge mit ringförmiger Verstärkung. (Zu S. 392.)

1104. Fertiges Gabelstück aus Blech. (Zu S. 392.)

1105. Fertiges Gabelstück, aus Blech gepreßt. (Zu S. 392.)

1106. Getrenntes Gabelstück, geschlagen. (Zu S. 392.)

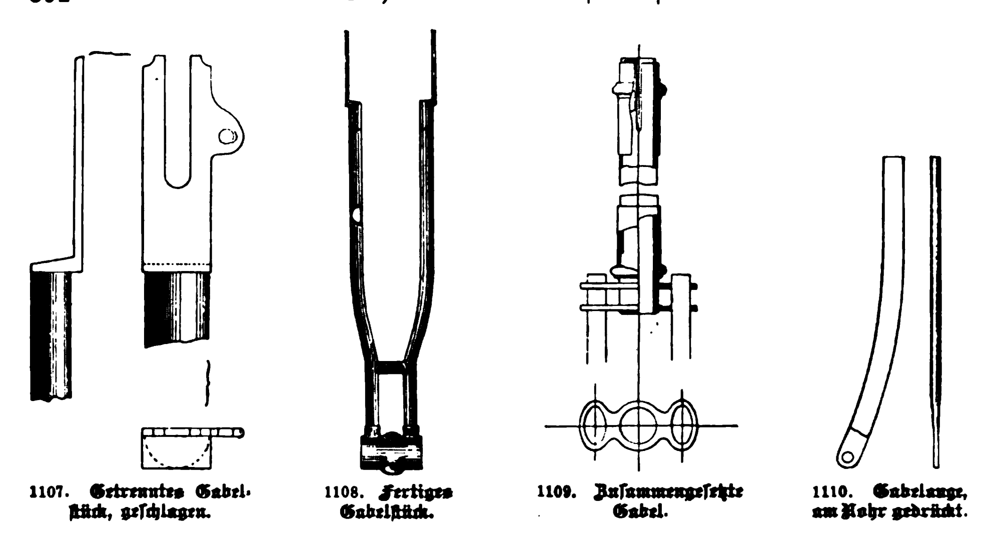
feuer gut vorgewärmt hat. Endlich ist man auch auf das alleinige Gasfeuer (Abb. 1120) übergegangen, welches in der Regel mit mehreren von verschiedenen Seiten her einwirkenden Bunsenflammen arbeitet. Abb. 1094 zeigt eine solche Lötwerkstätte in großartigem Maßstabe. Für das verlöten kleinerer Stellen sind (Abb. 1095) einfachere Einrichtungen geschaffen worden, bei denen nur je eine Flamme Verwendung findet.

Auch das schweißen ist zum vereinigen der Rahmenteile verwendet worden, wozu man besondere Wassergasanlagen geschaffen hat. Dasselbe ist indessen wieder abgekommen.

Um die bereits besprochene Erweichung des Materials an den Lötstellen und damit die alsdann erforderlichen Verstärkungen (Abb. 1087) zu umgehen, hat man die Verbindungen auf kaltem Wege herzustellen versucht. Abb. 1096 zeigt, wie das bereits mit Aufrollungen versehene Rohrende in den entsprechend weit gehaltenen Stutzen gesteckt und darin durch einrollen befestigt wird. Umgekehrt hat man (Abb. 1097) den Stutzen mit Einrollungen versehen, in welchem Falle das Rohr von innen aufzutreiben ist. Hierzu dienen konisch angefertigte Spannscheiben (a), welche mit radialen Einschnitten versehen sind, so daß sie sich leicht eben pressen lassen, wie in b dargestellt. Zwei solcher Scheiben werden (c) zusammen mit einem Ring hineingeschoben und dann mit Hilfe einer Schraube, welche ihre Mutter in der unteren Scheibe findet, von einer hierfür angebrachten Öffnung aus mit Hilfe eines Schlüssels angezogen. Dadurch spannt sich die Scheibe gerade, und ihre Ränder drängen sich, das Rohr auftreibend, in die Rille des Stutzens ein, wie aus der Abb. d ersichtlich.

Für hölzerne Rahmenstäbe benutzt man ein in der Abb. 1098 angegebenes Verfahren: Man schiebt die Enden in die gut passende Hülse und schraubt einen konischen Dorn hinein, welcher das vorher gespaltene Ende auftreibt und seitlich fest hineindrängt. In ähnlicher Weise werden (Abb. 1099) konische Dorne in das gebohrte Holz eingetrieben, welche dasselbe scharf gegen die innere Wandung des zu diesem Zwecke sich hinten erweiternden Stutzens drängen.

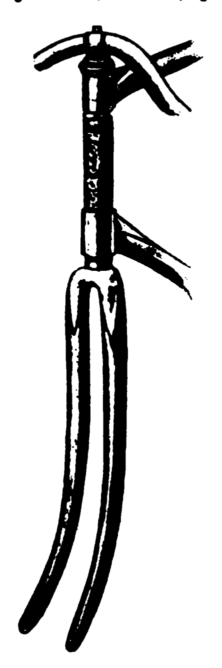
Auch durch vergießen hat man die Verbindung hergestellt. Das Rohrende wird zu diesem Zweck mit einer Rille versehen, in den Stutzen gesteckt und durch ausgießen mit



1107. Getrenntes Gabelstück, geschlagen. 1108. Fertiges Gabelstück. 1109. Zusammengesetzte Gabel. 1110. Gabelauge, am Rohr gedrückt.

einer passenden Legierung vereinigt. Letzteres geschieht durch eine kleine Öffnung, welche seitlich in dem Stutzen angebracht ist.

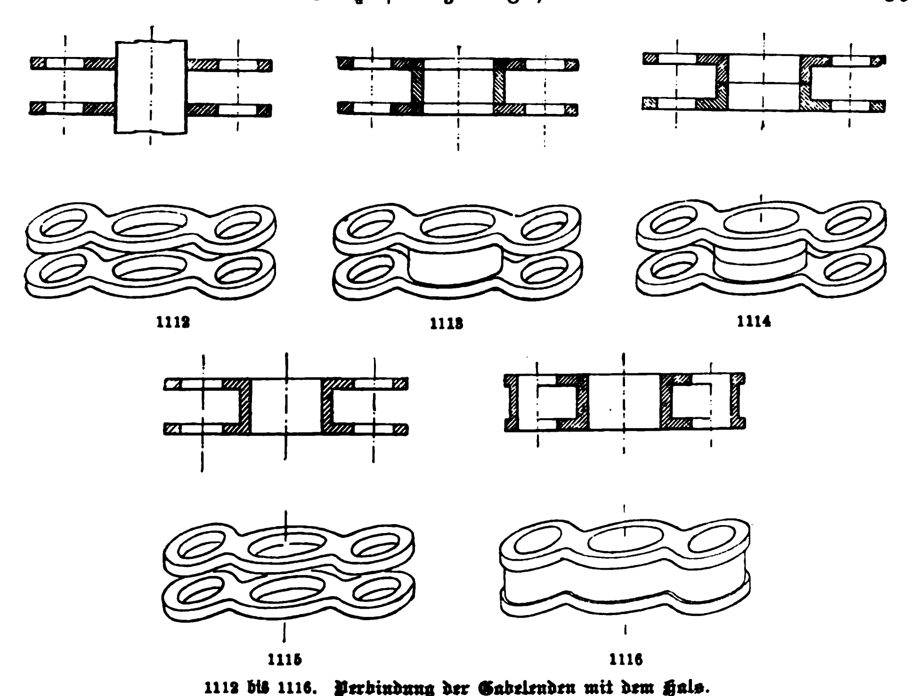
Bei Bambusrädern versieht man (Abb. 1100) den Stutzen mit einem Spalt und zwei Schraubansätzen und zieht dieselben mit Hilfe einer Schraube fest zusammen, nachdem der Stab mit großer Kraft in die Hülse hineingetrieben worden. Die Schraube geht zu ihrer Hälfte durch das Holz und dient auch auf diese Weise mit zur Festigung.



1111. Verbindung der Gabelteile.

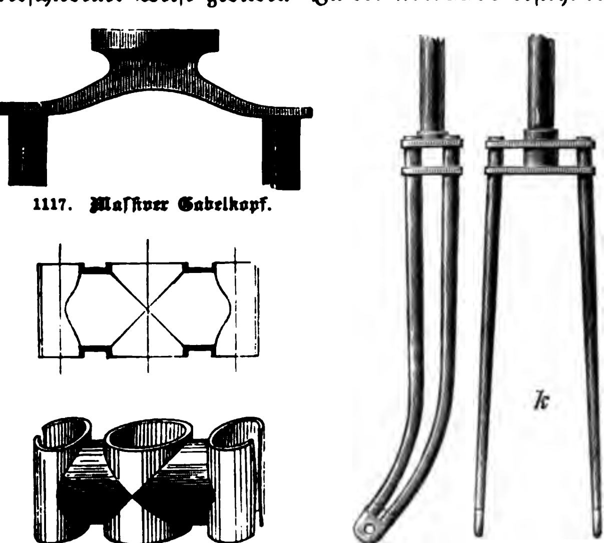
Zur Aufnahme des Hinterrades muß der Rahmen, vergl. z. B. Abb. 1066, gegabelt werden. Es bestehen daher die Elemente ac und bc der Abb. 1067 je aus zwei schwächeren Stäben, welche bei a mit der Sattelrohrstütze durch einen Bolzen und bei b mit dem Hauptstück in der besprochenen Weise fest verbunden sind. Bei c sind sie durch Augen mit der Hinterradachse vereinigt. Diese Augen werden im einfachsten Fall durch pressen (Abb. 1101, 1102 und 1103) angebildet, wobei, wie im letzteren Fall, noch zweckmäßige Randbildungen angeformt werden können. Die Abb. 1102 bezieht sich auf die Verwendung von U-förmigem Eisen, wie oben für das Girda-Star-Rad ausgeführt. Abb. 1104 stellt ein angesetztes Auge dar, welches in ähnlicher Weise durch pressen hergestellt worden ist. In gleicher Weise ist das Auge (Abb. 1105) gesondert aus Blech hergestellt und aufgeschoben. Sehr solide Augen werden durch schlagen hergestellt, die wieder aufgeschoben oder eingeschoben werden können. Abb. 1106 stellt ein geschlagenes Stück der ersten Art und Abb. 1107 ein solches der zweiten Art dar, welches gleichzeitig ein Auge zur Aufnahme der Stütze ac Abb. 1067 enthält. Abb. 1108 zeigt die ganze Doppelstütze dieser Art, wie sie an das Hauptstück gelötet und noch durch eine Strebe gefestigt ist. Diese Abbildung zeigt gleichzeitig den für solche schwächeren Streben verwendeten D-förmigen Querschnitt.

Das kurze Stück ef des Rahmens (Abb. 1067) dient zur Aufnahme der Gabel, welche das Vorderrad trägt. Dieselbe wird mit dem Hals durchgesteckt und sorgfältig durch Kugellager gangbar verbunden. Die Gabelenden werden (Abb. 1110) meist aus ovalen Rohren hergestellt, deren Wandungen nach oben zu stärker sind. Diese Rohre werden aus entsprechend vorgewalztem Blech zusammengebogen und wie die Säbelscheiden gelötet.



1112 bis 1116. **Verbindung der Gabelenden mit dem Hals.**

Die Verbindung der Gabelenden mit dem Gabelhals wurde früher durch unmittelbares verlöten hergestellt, wie in der Abb. 1111 angegeben. Neuerdings hat man jedoch diesen Weg vielfach verlassen und vereinigt die genannten drei Teile mit Hilfe des sogenannten Gabelkopfes. Derselbe wird in sehr verschiedener Weise gebildet. In der Abb. 1109 besteht er aus zwei aus starkem Blech gestanzten Scheiben (Abb. 1112), welche einfach über das Halsrohr geschoben werden. Um die Stellung zu sichern, bringt man wohl auch (Abb. 1113) einen Ring dazwischen. Dies führt zu den geschlagenen Stücken (Abb. 1114) über, an welche sich die Verwendung des Tempergusses lehnt (Abb. 1115 u. 1116), welche alles aus einem Stück herzustellen gestattet. Dieser Weg führt zu dem sehr beliebten, wenn auch etwas gewichtigen Kopf (Abb. 1117) über, dessen Zapfen in die Gabelrohre eingeschoben werden.



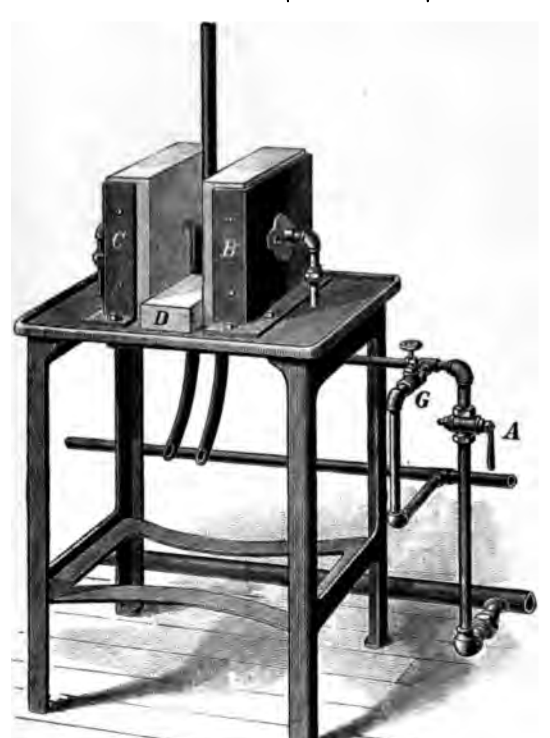
1117. **Massiver Gabelkopf.**

1118. **Gabelkopf, aus Blech gebildet.**

1119. **Gabel aus Doppelrohren.**

Auch Blechpressung hat man hier ins Feld geführt und (Abb. 1118) einen sehr leichten und genügend starken Kopf geschaffen, dessen Herstellung, aus einem Rohrstück, an die des Hauptstückes (Abb. 1092) erinnert. — Abb. 1119 zeigt eine Gabel, deren Schenkel je aus zwei Rohren gebildet sind, die oben in ähnlicher Weise wie Abb. 1109 durch entsprechend vorgerichtete Platten vereinigt sind.

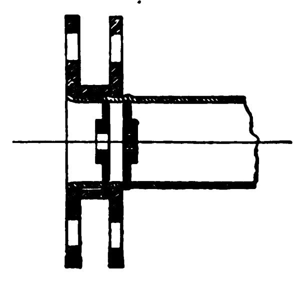
Auch die Festigung dieser Gabelköpfe geschieht meist durch löten, wozu man die uns bereits bekannten Gaslötöfen verwendet, wie in Abb. 1120 dargestellt. Dieselben gestatten, die Gabel senkrecht zu halten, so daß das Lot gut durchfließen kann.



1120. Lötofen für Gabeln von Fries & Co. Düsseldorf.

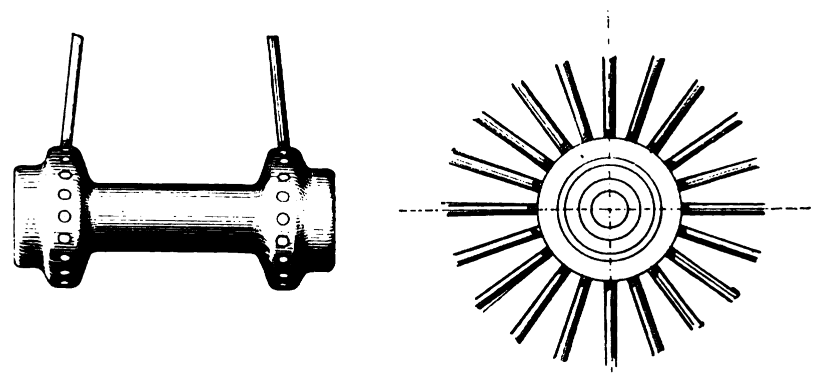
Aus den oben angeführten Gründen hat man auch die Lötung zu umgehen gesucht und für die genannte Verbindung jene Spanneinrichtung (Abb. 1121) ausgeführt, welche wir bereits beim Rahmen (Abb. 1097) kennen gelernt haben.

Die **Naben** besitzen je nach der Art der Speichen entweder zwei breite Wülste (Abb. 1122), in welche die ziemlich stark gehaltenen Drahtspeichen eingeschraubt werden (Radialspeichen, Abb. 1123), oder zwei hohe, schmale Leisten (Abb. 1124), in welche



1121. Verbindung durch Verspannen.

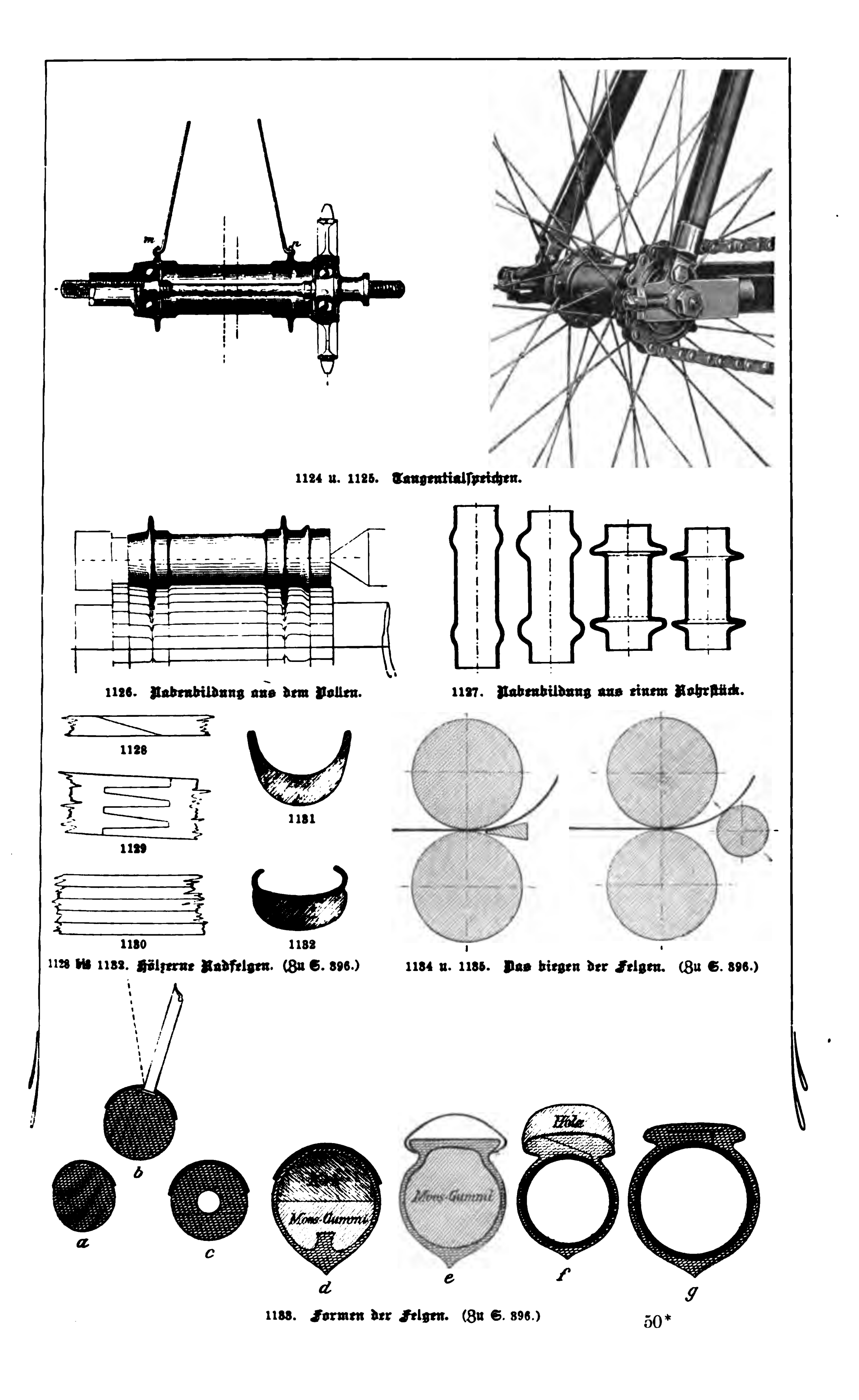
die dünnen und straff gespannten Speichen eingehängt sind (Tangentialspeichen, Abb. 1125). In beiden Fällen sind wieder die bekannten Methoden — aus dem Vollen herausgearbeitet, hohl gegossen und getempert oder aus Blech hergestellt — zu nennen. Abb. 1126 zeigt, wie die Nabe von außen her vom Fräser ihre Gestaltung erhält.



1122 u. 1123. Einsetzen der Radialspeichen.

Diese Arbeit entfällt bei der Herstellung aus Blech, welche in der Abb. 1127 vorgeführt worden ist. Das zu Grunde liegende Material ist ein Rohrstück, welches durch axiale Pressung bezw. vorheriges inneres aufrollen der Reihe nach in die angegebenen Formen gebracht wird.





1124 u. 1125. Tangentialspeichen.

1126. Nabenbildung aus dem Vollen.

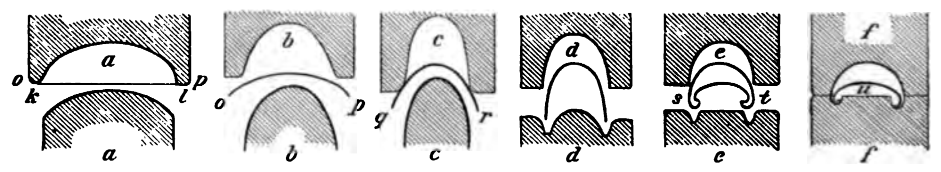
1127. Nabenbildung aus einem Rohrstück.

1128 bis 1132. Hölzerne Radfelgen. (Zu S. 896.)

1134 u. 1135. Das Biegen der Felgen. (Zu S. 896.)

1133. Formen der Felgen. (Zu S. 896.)

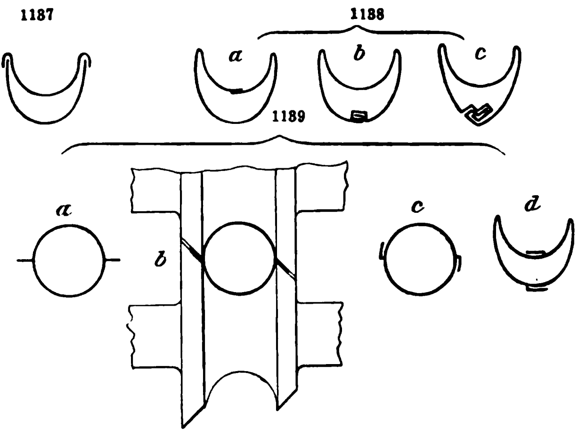
Die Felgen wurden früher fast durchweg und werden heute noch in geringem Maße aus Holz gefertigt, wozu namentlich in Amerika das dortige gute Material aufforderte. Die Holzstäbe werden gedämpft, zusammengebogen und getrocknet und dann mit schrägem Schnitt (Abb. 1128) oder mit Verzahnung (Abb. 1129) verleimt. Auch setzt man sie (Abb. 1130) aus Ringen, flach oder hochkant, mit versetzten Stößen zusammen. Ein starker Firnisbezug schützt gegen die Wirkung der Feuchtigkeit. Der Querschnitt richtet sich nach dem Reifen; Abb. 1131 zeigt denselben für Massivreifen und Abb. 1132 für Pneumatik, in welchem Falle die erforderlichen Ränder durch aufgelegte Hartgummireifen gebildet werden. Abb. 1133f zeigt die mit dem Luftreifen fertig aus-



1136. Rollen und falzen der Felgen.

gerüstete Holzfelge. Die eisernen Felgen (Abb. 1133) werden aus zusammengebogenen oder nahtlosen (vergl. Abb. 388) Blechringen gerollt, wobei sie (Abb. 1134 u. 1135) zwischen zwei Walzen durchgehen, während eine dritte, verstellbare Walze oder ein Keil für die richtige Durchbiegung sorgt. Hierauf gelangen die Profilwalzen (Abb. 1136 a—f) zur Thätigkeit, welche stufenweise die gewünschte Form hervorbringen und sogar, wie bei e und f, das vereinigen zweier Ringe zu der sogenannten Hohlfelge besorgen. Der vollständige Schluß wird dann noch auf einer Sickenmaschine, wie in Abb. 380 angegeben, bewirkt.

Während die Vereinigung der Felgenteile für die Hohlfelge auch durch löten (Abb. 1137 u. 1138 a) erfolgen kann, hat man noch solche aus einem Streifen hergestellt und dann nur eine Löt- oder Falznaht (Abb. 1138 b u. c) nötig.



1137 bis 1139. Felgen.
1137. Gelötete Doppelfelge aus zwei Streifen. 1138. Doppelfelge aus einem Stück. 1139. Felgen aus Flügelrohr.

Hierher gehört auch die Anordnung der Abb. 388.

Endlich fertigt man auch Hohlfelgen aus eigens hierfür hergestellten Rohren (Abb. 1139), deren angebogene Flügel d zur Verstärkung für die Aufnahme der Speichen dienen. Wir sehen in a das fertig gezogene Rohr, dessen Flügel in b vorgebogen und dann auf ähnliche Weise, c, angelegt werden.

Dem biegen der Felgen folgt nach sorgfältiger Abschärfung der Enden das löten im Gasfeuer (Abb. 1120), worauf noch ein nachrichten, links auf diesem Bilde, und wohl auch ein nachrollen stattfindet.

Nunmehr gelangt der Reifen auf die Felgenbohrmaschine (Abb. 1141). Zu diesem Behufe wird er auf eine Scheibe gespannt, welche ihn gleichzeitig zentriert und meist mit Hilfe mehrerer gleichzeitig arbeitenden Bohrspindeln mit den erforderlichen genau gerichteten Löchern für die Speichen bezw. Nippel versieht.

Die Herstellung der Radialspeichen ist bereits ausführlich behandelt worden. Der Kopf (Abb. 1133 b) wird wie bei den Drahtstiften angestaucht und das Gewinde (Abb. 1122) vielfach eingerollt, wie in Abb. 645 angegeben.

Die **Tangentialspeichen** (Abb. 1124) werden nach dem anschlagen des Kopfes dicht unter demselben umgebogen und in der Nabenrippe verhakt, während die Verbindung an der Felge mit einer eigenartigen Mutter, **Nippel** genannt, erfolgt. Abb. 1143 zeigt, wie das Speichenende in der Felge sitzt, und Abb. 1144 in vergrößertem Maßstabe den Schnitt und wie der Nippel behufs nachspannens der Speiche angezogen werden kann, ohne vorzustehen. — Die Herstellung dieser kleinen Dinger ist natürlich Sache von Spezialmaschinen, welche ähnlich arbeiten wie die in der Abb. 1039 dargestellte Scheibendrehbank für Reißzeuge. Neuerdings hat man sie auch aus kurzen Rohrenden gepreßt, wie in Abb. 1145 angegeben ist. Ein solches gelangt in eine Hülse, welche sich nach unten zweimal verjüngt und einen entsprechenden Dorn d enthält. Der in a zum arbeiten bereite Stempel zwingt, b, das Rohr erst in die eine Stufe und dann c in die zweite, wodurch die erforderliche Form d entsteht. Der Stempel ist zu diesem Behufe mit einer Höhlung f versehen, in welche der obere Teil des Dornes e leicht paßt.



1140. Löten und richten der Felgen.

Um die Schwächung zu vermeiden, welche die Speiche durch den am Kopfe angebogenen Knick erleidet, macht man die Speichen am Ende dick (Dickend, Abb. 1146), was einfach dadurch bewirkt wird, daß man die Drähte einzeln nachzieht und zur rechten Zeit damit aufhört. Auch die durch das anschneiden des Gewindes am anderen Ende der Speiche hervorgebrachte Schwächung hat man neuerdings zu umgehen verstanden, indem man (Abb. 1147) die Speiche mit **zwei** Dickenden versieht. Dies kann natürlich auf dem gewöhnlichen Wege nicht geschehen. Man muß das Zieheisen (Abb. 1148) teilen bezw. durch zwei Streben B ersetzen, welche infolge richtiger Wahl des Winkels α sich zusammendrängen und wie ein Zieheisen wirken.

Nach dem zusammenstellen von Nabe, Speichen und Felge wird das Ganze auf einen Zapfen gesetzt und durch richtiges anziehen der Nippel gespannt und zentriert. Diese recht mühsame Arbeit wird in gut eingerichteten Fabriken wesentlich durch den Zentrier- und Spannapparat (Abb. 1142) erleichtert. Derselbe besitzt eine Anzahl ringförmig angeordneter selbstzentrierender Knaggen, über welche das einigermaßen fertiggestellte Rad gelegt wird und welche darauf von **einer** Stelle aus gleichmäßig nach außen geschoben werden, so daß die Felge stets genau über der Mitte bleibt. Dann werden die sämtlichen Speichen nach Bedarf nachgezogen und auf gleiche Spannung gebracht.

Dieselbe ist bei guten Rädern so groß, daß sich ein Mensch auf die Speichen des flach hingelegten Rades stellen und darauf herumtreten kann, ohne Schaden anzurichten.

Die Lagerung der sämtlichen beweglichen Teile des Fahrrades geschieht auf Kugeln.

Die Verwendung der Kugeln zur Lagerung scheint aus England zu stammen; wenigstens ist die älteste uns bekannte Lagerung, der Halsring des Panzerturms des auf der Werft von Samuda Brothers bei London gebauten preußischen Panzers „Arminius", mit Kugeln durchgeführt worden. Dieselben hatten einen Durchmesser von etwa 15 cm und lagen in einer kreisförmigen Rinne von nahezu halbkreisförmigem Querschnitt. Dieser Turm gab zu Ende der 60er Jahre zu interessanten Beobachtungen Veranlassung. Die Drehung versagte, und die Besichtigung ergab, daß die Kugeln im Laufe der Zeit aneinandergerollt waren, nachdem sie ursprünglich gehörig verteilt gewesen waren, sich also nicht berühren konnten.



1141. Felgenbohrmaschine von Schuchardt & Schütte in Berlin. (Zu S. 396.)



1142. Zentrier- und Spannapparat. (Zu S. 397.)

Abb. 1149 u. 1150 geben die sehr einfache Erklärung: Die Kugeln haben beim rollen an den sich berührenden Stellen entgegengesetzte Bewegung. Bei den hochpolierten und noch dazu geölten Kugeln der feinen Fahrradlager macht dies nichts aus; sobald aber rauhe Flächen und größere Kräfte auftreten, kann die Bewegungsfähigkeit, wie im erwähnten Falle, ganz aufhören. Referent, dem damals die Reparatur des Turmes übertragen war, half sich in der Weise, daß die Hälfte der Kugeln, abwechselnd, kleiner gedreht wurde, so daß diese nur als Zwischenrollen wirkten und nichts zu tragen hatten. Sie nehmen also jede Seitenreibung zwischen den Kugeln auf und erfahren nur solche (Abb. 1150) unten an der Lagerfläche, wo sie sich der Hauptbewegung entgegengesetzt bewegen. Wie aus der Abbildung zu ersehen, ist der Druck, mit welchem die Kugeln hier anliegen — die vertikale Diagonale des eingezeichneten Kräfteparallelogrammes — außerordentlich gering und um so kleiner, je geringer die Differenz der Durchmesser ist. — Aus dem Gesagten ergibt sich auch die Notwendigkeit, selbst die überaus glatten Kugeln

1143. Befestigung der Speiche in der Felge. (Zu S. 397.)

1144. Nippel und Speiche.

1145. Herstellung der Nippel. (Zu S. 397.)

1146

1147

1146. Speiche mit einem Dickende. 1147. Speiche mit zwei Dickenden. (Zu S. 397.)

1148. Ziehen der Speichen. (Zu S. 397.)

1149 u. 1150. Die Reibung der Kugeln.

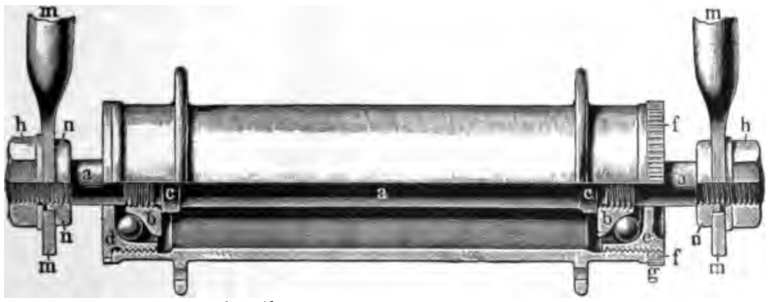
1151. Kugellager (Zu S. 400.) (System Haedicke).

1152. Kugellager (System Burwell).

1153. Führung der Kugeln. (Zu S. 400.)

1154 u. 1155. Lagerordnung der Kugeln. (Zu S. 401.)

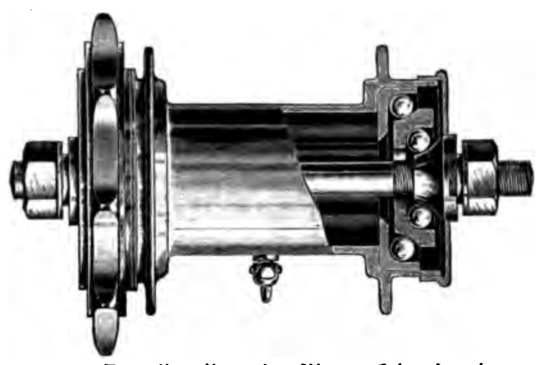
1156. Kugellager mit kombiniertem Druck. (Zu S. 401.)



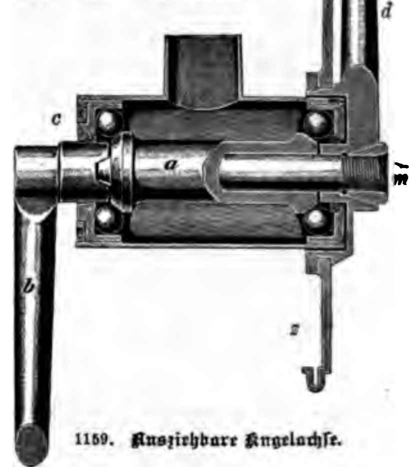
1157. Kugellager mit schrägem Druck. (Zu S. 401.)

der Fahrräder zu ölen. Diese Notwendigkeit geht auf ein Mindestmaß herunter, wenn man auch bei Fahrradlagern den durch die Abb. 1150 angegebenen Weg einschlägt, wie durch Abb. 1151 dargestellt; Referent hat dies mit Erfolg durchgeführt. Dasselbe Ziel verfolgt das von den amerikanischen Fahrradwerken Cleveland eingeführte System Burwell (Abb. 1152), bei welchem zwischen den einzelnen Kugeln in Zapfen gelagerte Rollen liegen.

Die soeben angegebene Führung der Kugeln entspricht der Abb. 1153a und ist überall notwendig, wo die Kugeln gezwungen werden müssen, auf einer glatten Bahn

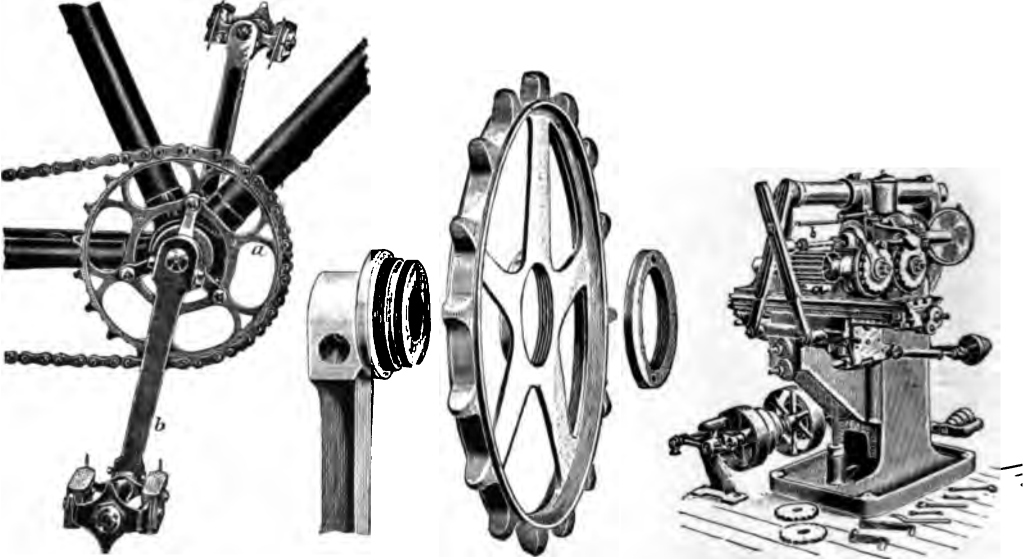


1158. Doppelkugellager der Rheuus-Fahrradwerke.



1159. Ausziehbare Kugelachse.

zu bleiben. Zuweilen laufen die Kugeln, wie bei den beiden Lagern des Gabelhalses, oben und unten in Rillen (Abb. 1153b). Da es hin und wieder jedoch schwer hält, diese Rillen genau gleich groß zu machen, so läßt man besser die eine — obere oder untere — eben, wie unter c und d angegeben. Diese Einrichtung ist bei Fahrrädern noch nicht ver-



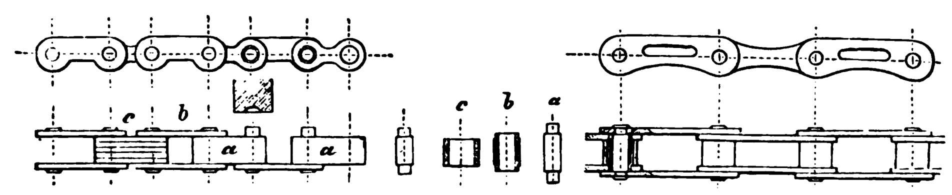
1160. Der Kettenantrieb. (Zu S. 402.)

1161. Kettenrad und seine Befestigung an der Kurbel. (Zu S. 402.)

1162. Maschine zum Fräsen der Ketteuräder.

wendet worden, jedoch im eigentlichen Maschinenbau, z. B. bei den Drucklagern der Bohrspindeln, zu finden.

Die Kugel hat sich, offenbar nicht ohne wesentlichen Einfluß der Fahrräder, seit mehreren Jahren im Maschinenbau eingebürgert und zu großartigen Fabrikationen ge-



1163. Die kurzgliedrige Kette (Blockkette). (Zu S. 402.) 1164. Die langgliedrige Kette. (Zu S. 402.)

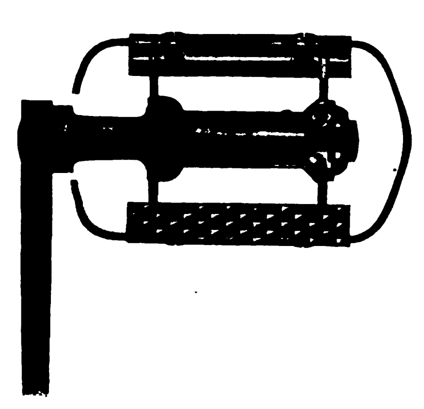
führt, weshalb der Herstellung derselben ein besonderer Abschnitt (Seite 316 ff.) eingeräumt worden ist.

Die Einlagerung der Kugeln erfolgt in verschiedener Weise. Die Abb. 1154 stellt die Lagerung mit senkrechtem Druck und Abb. 1155 solche mit schräger Druck- oder Klemmlagerung dar. Abb. 1156 zeigt ein vollständiges Kugellager mit kombiniertem Druck (zur Schale senkrecht und am Bund der Achse klemmend) und Abb. 1157 ein solches mit beiderseits schrägem Druck.

Auch Doppelkugellager (Abb. 1158) hat man verwendet (Rhenus-Fahrradwerke). Hier wird für gewöhnlich der eine Ring bewegungslos bleiben und nur dann in Thätigkeit treten, wenn in dem laufenden



1165. Hakenkette. (Zu S. 402.)



1167. Das Pedal. (Zu S. 402.)



1166. Maschine zum Einlaufen der Kette. (Zu S. 402.)

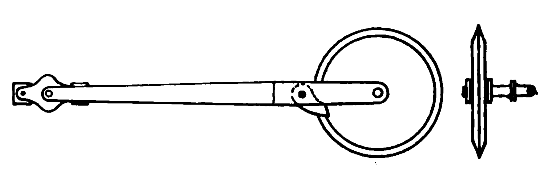
Ring irgend eine Störung eingetreten ist. Auch die Cito-Fahrradwerke haben einen doppelten Kugelring. —

Die Kugeln sind gehärtet und laufen auf gehärteten Flächen. Über das Maß der Härte sind die Ansichten verschieden. Einige ziehen glasharte, andere mäßig gehärtete Kugeln vor. Da man weder die Achse noch das Lager hart machen darf, so legt man für beide Teile Stahlringe bezw. Stahlschalen ein, wie aus den Abb. 1156 bis 1159 zu erkennen. — Die letztgenannte enthält gleichzeitig eine neuere Einrichtung, bei welcher

die Besichtigung der Kugellager sehr erleichtert ist. Man hat nur die Mutter m zu lösen, worauf sich die Kurbel c mit dem Zahnrad z abnehmen und das rechte Lager öffnen läßt. Um zum anderen Lager zu gelangen, zieht man die Kurbelachse heraus, deren Kuppelungsstück d die Aufgabe hat, die Lagerhülse a mitzunehmen. Man hat auch Einrichtungen, bei denen die Achse selbst geteilt ist, so daß sich die Teile nach beiden Seiten herausnehmen lassen.

Der Antrieb erfolgt bei den meisten heutigen Fahrrädern durch Zahnrad und durch Kette. — Die ersteren hatten früher die Form gewöhnlicher Zahnräder, wie an den Abb. 1160 u. 1161 zu erkennen, sind aber nunmehr ganz wesentlich erleichtert und haben mehr oder weniger die Form der Abb. 1161 erhalten. Sie werden entweder durch Temperguß oder durch schlagen hergestellt, vielfach jedoch ohne Zähne, welche auf hierzu besonders eingerichteten Maschinen (Abb. 1162) gleich in einer größeren Zahl zusammen ausgefräßt werden. Neuerdings fertigt man sie auch sehr dünn (Abb. 1159 z) und gibt ihnen eine Biegung, damit sie eine größere Arbeitsfläche erhalten, als die einfache Wandstärke bieten würde. Trotzdem liegt das Bestreben vor, den Zahn mehr lang — in der Richtung des Umfanges — als breit — in der Richtung der Achse — zu halten, was von der kurzgliedrigen Kette (Abb. 1163) zur langgliedrigen (Abb. 1164) geführt hat. Die erstere wird auch Blockkette genannt, weil sie aus Blöcken a und Blättern b besteht. Die Blöcke werden entweder massiv gehalten, wie in a angegeben, oder ebenfalls aus Blättern b zusammengesetzt. Die Verbindung erfolgt, wie aus Abb. 1163 zu erkennen, durch einziehen eines Stiftes, welcher durch Nietung verschlossen wird. — Die langgliedrige Kette ist durch auflegen einer Stahlhülse c (Abb. 1164) sehr dauerhaft gemacht worden. Freilich muß dann auch zur Einhaltung des richtigen Abstandes eine Hülse b eingesetzt werden, welche als Stift für das engere Glied dient. Zur Erleichterung werden die Glieder, wie aus der Abbildung zu erkennen, mit einer ausgestanzten Ausnehmung versehen. — Neuerdings hat man auch Hakenketten (Abb. 1165) eingeführt.


1168. Hochrad mit Kette „Kangaroo“. (Zweite Hälfte der 80er Jahre.)

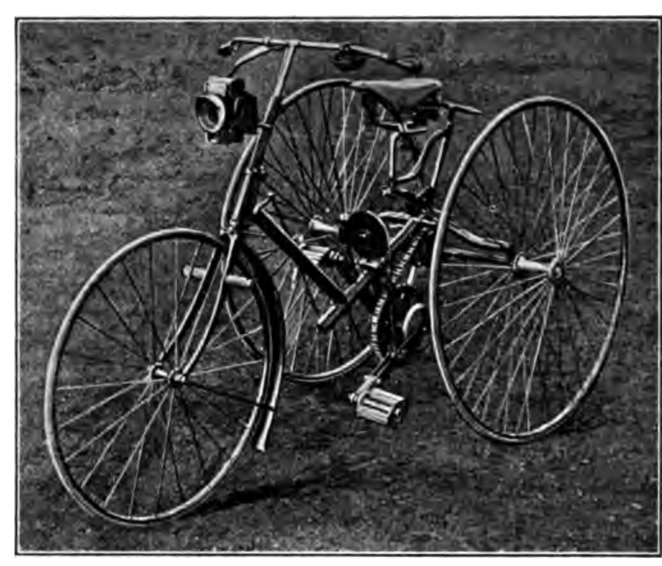

1169. Hebelantrieb für Fahrräder.

Die Herstellung der Ketten ist in einem besonderen Abschnitt (Seite 301 ff.) besprochen worden. Sie werden in der Fahrradfabrik noch einem Streckprozeß unterzogen, indem sie (Abb. 1166) unter Spannung längere Zeit laufen müssen.

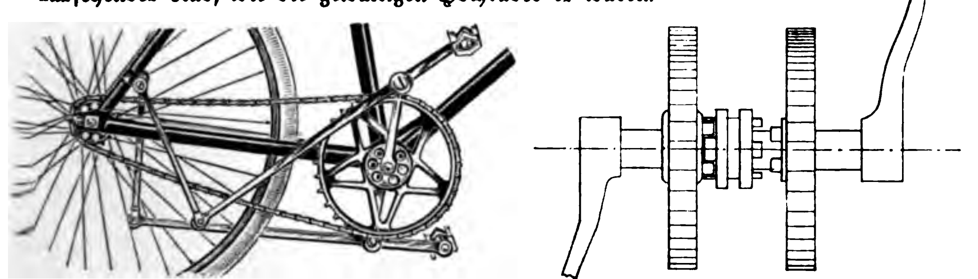
Die Kurbel wird entweder aufgeschraubt oder aufgekeilt. Im ersteren Falle muß noch eine Sicherung für das Gegentreten geschaffen werden, damit sich die Kurbel nicht abdreht. Es hat sich daher der in den Abb. 1160 und 1161 erkennbare Rundkeil, ein Stahlbolzen mit Keilfläche, am meisten eingebürgert. — Das Ende der Kurbel trägt einen konischen Zapfen und das Pedal. Dasselbe (Abb. 1167) besteht aus einer der Ölhaltung wegen geschlossenen Hülse, welche auf Kugeln läuft und mit Hilfe zweier Stege die Tritt-

leisten trägt. Letztere sind vielfach kantige Gummistücke oder auch gezackte Blechleisten, welche dem Fuße einen sicheren Halt geben müssen. Auch hier wie überall am Fahrrad ist dem Geschmack und dem praktischen Gefühl der weiteste Spielraum gelassen.

Der Zweck der Kette ist die Übertragung der Bewegung der Trittkurbelachse auf die Radachse. Bei der Anbringung der Kurbel am Niederrad (Abb. 1154) hatte sich herausgestellt, daß der Mensch viel mehr Kraft äußern könne, als das Rad beanspruchte, bezw. daß er, wenn er die mögliche Fahrgeschwindigkeit erreichen wolle, sehr schnell treten müsse. Man kam daher bald dazu, das Triebrad zu vergrößern und das andere nur als Stütze zu benutzen. So entstand das Hochrad, welches bis auf eine Größe stieg, die die Kunstfertigkeit eines Seiltänzers erforderte. Das Hochrad blieb daher hauptsächlich dem Sport geweiht, trug aber sehr viel dazu bei, die Nützlichkeit solcher Vehikel zur Anerkennung gelangen zu lassen. Man ging nun wieder mit der Radgröße zurück und ersetzte dieselbe (Abb. 1068) durch ein Vorgelege, so daß man niedriger saß, aber trotzdem die volle Kraft ausnutzen konnte. Zu diesem Behufe wurden auf beiden Seiten der Gabel Arme angebracht, welche die eigentlichen Triebachsen tragen, auf denen Kettenräder sich befinden. Diese arbeiten dann mit den Trieben, welche auf der Radachse sitzen. Auf diese Weise erhielt man ein gut gebrauchsfähiges und nicht so tollkühn aussehendes Rad, wie die gewaltigen Hochräder es waren.



1170. Dreirad mit Hebelantrieb, Haedicke 1887. (Zu S. 404.)



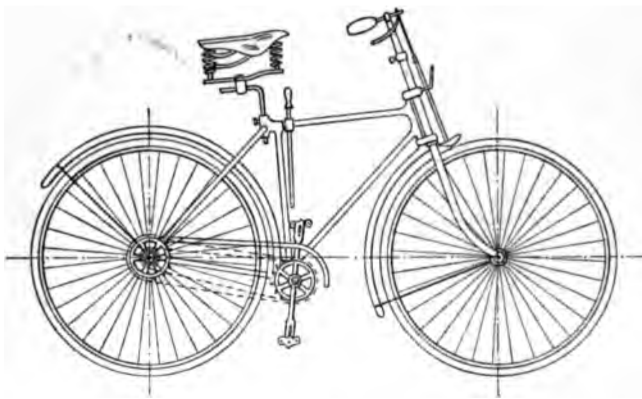
1171. Hebelantrieb von Paul Froehlich & Co. (Zu S. 404.)

1172. Antrieb mit veränderlicher Übersetzung. (Zu S. 404.)

Dadurch aber war der Weg zum Nieder- oder Sicherheitsrad gebahnt, welches dem Fahrenden, wie bei dem alten Laufrad, gestattet, den Boden mit den Füßen zu erreichen. Nun erst war der Bann gebrochen, und die Welt hatte ein „Fahrrad“. —

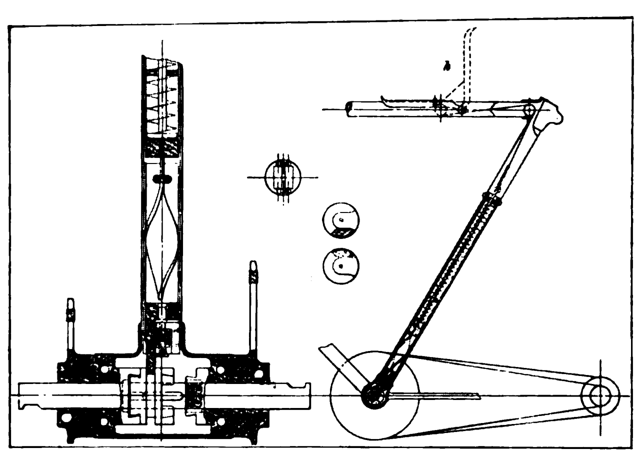
Die **Änderung der Übersetzung**, also des Weges bei neuer Umdrehung der Kurbel, ist überall da ein dringendes Bedürfnis, wo die Straße teilweise schlecht oder steil wird, und das namentlich für Radfahrer, welche Veranlassung haben, ihre Kräfte zu schonen. Die geringere Übersetzung gibt langsamere und dementsprechend leichtere Fahrt. — Das Ziel kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Schon der Hebelantrieb (Abb. 1169) löst diese Aufgabe auf recht einfachem Wege. Derselbe enthält statt des Zahnrades nach

der Konstruktion des Referenten eine Friktionsscheibe, welche durch eine Klinke bethätigt wird, die sich an dem Hebel befindet; das Ende dieses Hebels trägt das Pedal. Wie bei den toten Punkten der Kurbel schießt das kräftig getriebene Rad während des Aufgehens des Hebels voran. Dieser steht aber im Gegensatz zur Kurbel immer nahe der günstigsten Lage und wirkt stets nahezu mit dem vollen Moment. Bei der Bergfahrt hat also der Fahrende nur öfter zu treten und kann dabei stets seine volle Kraft aufwenden. Abb. 1170 zeigt ein solches Rad, mit dem die steilsten Straßen zu nehmen waren. Die beiden Pedale sind, wie aus der Figur ersichtlich, durch eine über eine Rolle gehende Schnur miteinander verbunden, so daß die eine Kurbel immer um so höher steht, je tiefer die Lage der anderen ist; die Kurbeln sind also voneinander abhängig wie bei der gewöhnlichen Anordnung. Eine recht hübsche Verwendung des Hebels, die ebenfalls den toten Punkt des einen Kurbelmechanismus bekämpft, ist das Hebelrad von Paul Froehlich & Co. in Köln (Abb. 1171). Bei diesem ist, wie bei der schwingenden Coulisse, der Arbeitsweg nicht unbedeutend größer als der leere Weg, ein Umstand, der das Fahren namentlich bei Steigungen wesentlich erleichtert.



1173. Bergrad, Haedicke 1889.

Die mit Ketten betriebenen Bergräder — wie wir diese umstellbaren Räder nennen wollen — zerfallen in zwei Gruppen. Die eine derselben hat zwei verschiedene, beliebig zu wählende Übersetzungen, was am einfachsten durch zwei verschiedene Zahnräder, zu beiden Seiten der Kurbel, erreicht wird, und die andere begnügt sich mit einer Übersetzung, also mit einem Zahnrade, und für die Bergfahrt mit dem direkten unmittelbaren Antrieb der Trittkurbelachse.



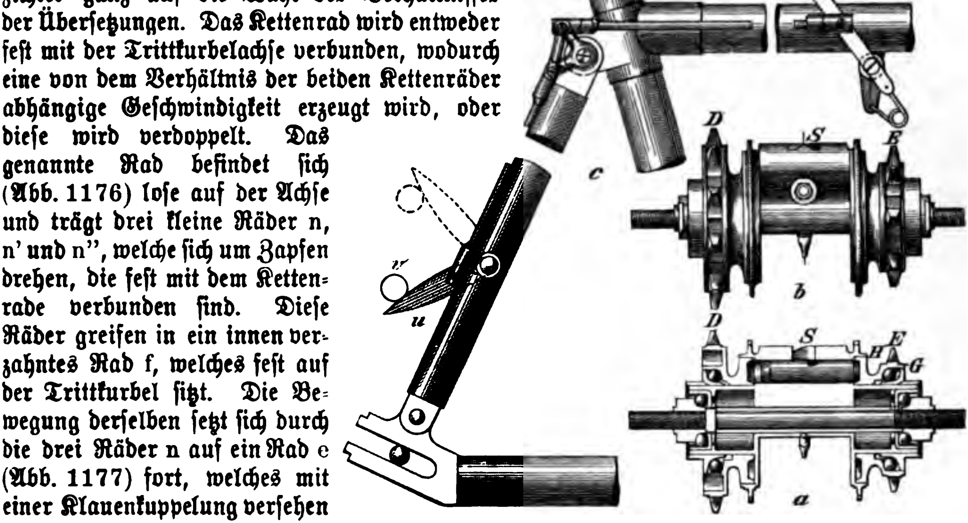
1174. Innere Umstellung (Haedicke) D. R.-P.

Bei der ersten Anordnung handelt es sich (Abb. 1172) darum, nach Belieben das eine oder das andere Rad mit der Achse in Verbindung zu bringen, was durch entsprechendes verschieben einer Klauenkuppelung bewerkstelligt wird. Abb. 1173 stellt ein solches Rad dar, bei welchem man also jederzeit die Umstellung bewirken kann. Die Umstellung geschieht hier mit einem in der Abbildung leicht erkennbaren Hebel, dessen Griff sich vor dem Sitz befindet. Dieser Hebel ist später (Abb. 1174) durch eine Vorrichtung ersetzt worden, welche vollständig verborgen innerhalb der Rohre liegt und durch einen vor dem Sitze befindlichen Klapphebel bethätigt wird. Der sehr einfache Vorgang ist aus der Zeichnung leicht zu ersehen.

Das Fahrrad Duplex wendet statt der Klauenkuppelung einen Bolzen an. Wir sehen (Abb. 1175) in D das große und in E das kleine Kettenrad und in S den Bolzen, welcher im Gehäuse läuft und je nach Bedarf nach rechts oder links in eine Vertiefung der mit dem Kettenrad verbundenen Scheibe geschoben wird, welche er dadurch mit dem Ge-

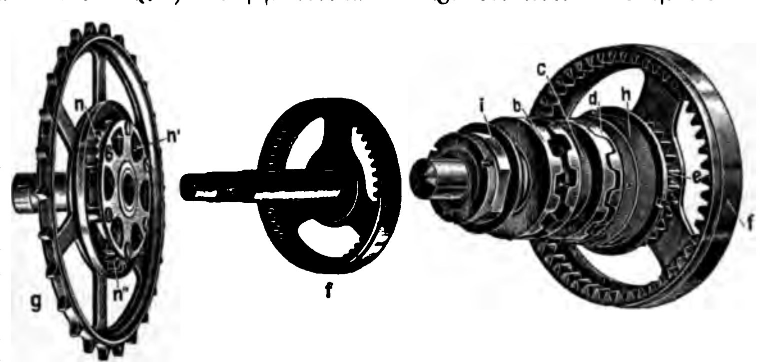
häuse verbindet. Dasselbe ist durch Feder und Nut mit der Achse verbunden und muß so mit dem betreffenden Kettenrade an der Umdrehung der Achse teilnehmen. Abb. b gibt die äußere Ansicht des Gehäuses und c die Vorrichtung an, vermöge welcher der Fahrende durch drehen des Hebels C einen Daumen aufwärts bewegt. An diesen Daumen stößt während der Fahrt eine Knagge v, deren Bewegung sich in einer hier nicht sichtbaren Weise auf den Bolzen S überträgt.

Die andere Gruppe der Bergräder verzichtet ganz auf die Wahl des Verhältnisses der Übersetzungen. Das Kettenrad wird entweder fest mit der Trittkurbelachse verbunden, wodurch eine von dem Verhältnis der beiden Kettenräder abhängige Geschwindigkeit erzeugt wird, oder diese wird verdoppelt. Das genannte Rad befindet sich (Abb. 1176) lose auf der Achse und trägt drei kleine Räder n, n' und n'', welche sich um Zapfen drehen, die fest mit dem Kettenrade verbunden sind. Diese Räder greifen in ein innen verzahntes Rad f, welches fest auf der Trittkurbel sitzt. Die Bewegung derselben setzt sich durch die drei Räder n auf ein Rad e (Abb. 1177) fort, welches mit einer Klauenkuppelung versehen ist, wie wir sie aus der Abb. 1172 bereits kennen gelernt haben, und verschiebbar, aber nicht drehbar auf der Achse sitzt. Wird diese Kuppelung nach dem Innenrad hineingerückt, wie auf der Abbildung gezeichnet, so nimmt diese an der Umdrehung des Triebes e teil, welche die doppelte Umdrehungszahl wie die Kurbel besitzt. Wird die Kuppelung nach der anderen Seite hin verschoben, so ist die Achse von dem Rädergetriebe frei und mit dem Zahnrad fest verbunden. In der Abb. 1178 ist die beregte Verbindung schematisch angegeben.



1175. Vorrichtung zum ändern der Geschwindigkeit.

Kettenlose Fahrräder. Die Kette führt so manche Unzuträglichkeit mit sich; namentlich ist es die Reinhaltung derselben und die Möglichkeit, daß fremde Körper sich in das Gezähne zwängen. Man hat daher vielfach versucht, sie durch andere Vorrichtungen zu ersetzen. Unter diesen ist es der Antrieb mit konischen Rädern, welcher sich am meisten geltend gemacht hat. Abb. 1179 zeigt diese Anordnung. Auf der Trittkurbelachse sitzt ein konisches Rad a, welches durch teilweise Fortnahme der Umkapselung an der Eingriffsstelle sichtbar gemacht worden ist. Dasselbe greift in ein kleineres konisches Rad b, dessen Welle innerhalb des seitlichen Gabelrohres liegt und welches mit dem auf der Radachse sitzenden Rad arbeitet.

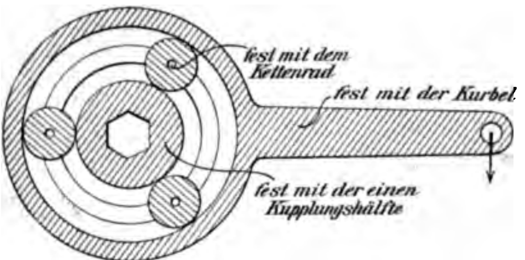


1176. Radgehäuse für umstellbaren Antrieb.

1177. Kuppelung für umstellbaren Antrieb.

Es ist klar, daß diese Einrichtung bei guter Ausführung dem Kettenantrieb gut an die Seite gestellt werden kann; zieht man doch im allgemeinen den unmittelbaren Eingriff

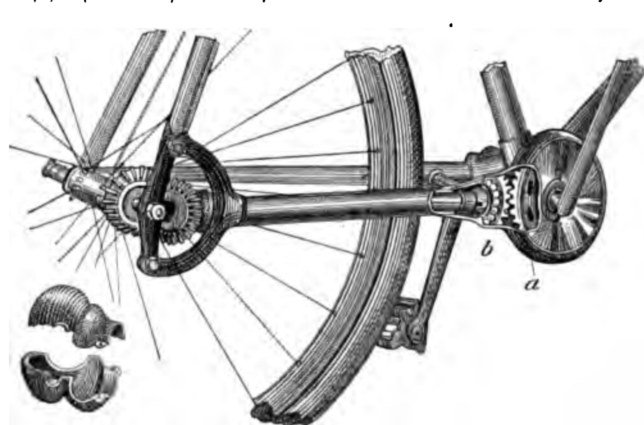
zweier Zahnräder dem Kettentrieb sogar vor. Auch die von Prof. Carpenter, Amerika, hierüber angestellten Versuche haben die ungefähre Gleichwertigkeit erwiesen. Aber eine Kette liegt auf dem ungefähr halben Umfang auf und kann außerordentlich dicht gehen, während dichtgehende Zahnräder recht selten sind. Dies hat die Fahrradgesellschaft „Danoise“ zu Kopenhagen dazu geführt, das eine Rad als Zahnrad und das andere als Trommel auszuführen (Abb. 1180 u. 1181), deren Stäbe je für sich in Kugeln gelagert sind. Diese Einrichtung ermöglicht einen sehr dichten und außerordentlich leichten Gang und erfordert aber auch eine ganz besonders sorgfältige Arbeit. Es ist möglich, daß auf diesem oder ähnlichem Wege etwas geschaffen werden wird, was die Kette verdrängt. Einstweilen bleibt zu gunsten der letzteren immer noch der Umstand bestehen, daß die Kette allerlei Nebenbewegungen anstandslos gestattet, während gerade die konischen Räder für Verschiebungen sehr empfindlich sind.*)



1178. Umstellbarer Antrieb. (Zu S. 405.)

Auf diesem Gebiete ist noch eine Sonderheit zu erwähnen, welche dem abnehmenden Moment des Kurbelschubes Rechnung tragen soll. Es ist dies das unrunde konische Rad (Abb. 1182), welches für Fahrräder konstruiert sein soll.

Den Bestrebungen, die Eigentümlichkeit des Kurbelbetriebes zu ändern, mag ein anderes Kuriosum an die Seite gestellt werden, wonach man den Fußtritt und den Sitz schwingend gemacht hat, was, freilich schon vor längerer Zeit, zu der originellen Konstruktion der Abb. 1183 geführt hat. Hier ist a ein fester Punkt am Gestell, um welchen sich ein Radsektor dreht, im Eingriff mit einem ähnlichen für den Antrieb der Kurbelschleife b bestimmten, von wo aus eine Kette nach dem Hinterrad geht. Der um a schwingende Sektor wird durch aufstemmen der Füße in Rechtsdrehung und durch aufsetzen in Linksdrehung versetzt, wodurch die Kurbelschleife ihre auf- und niedergehende und damit die Kurbel die Drehbewegung erhält.



1179. Kettenloser Antrieb mit Kegelrädern. (Zu S. 405.)

Das Einrad. Gab das Zweirad bereits bei seinem Bekanntwerden Veranlassung zum kopfschütteln, so erscheint es noch schwieriger, sich die Möglichkeit des fahrens mit dem Einrad zu erklären. Bekanntlich ist es bei dem Zweirad die sogenannte feste Achse, die Festigkeit der rotierenden Ebene, welche die Möglichkeit des stabilen fahrens sichert, und mit der Erkenntnis dieses Umstandes geht die Erklärung Hand in Hand; das Rad ist ja wegen der zwei Stützpunkte in der Ebene selbst stabil. Bei dem Einrad indessen ist nicht sofort ersichtlich, warum der Fahrende nicht nach der einen oder der anderen Seite, in der Ebene des Rades umschlägt. Abgesehen nun von dem dem Künstler geläufigen und ja auch schon von den Kindern beim stelzenlaufen geübten balancieren kommt hier während der Fahrt der Druck zu Hilfe, welcher mit dem Fuß auf das Pedal ausgeübt wird; wenn man will, ganz ähnlich, wie beim gehen.

---

*) Eingehendere Darstellungen von Fahrradeinrichtungen findet der Leser in Dinglers „Polyt. Journal“, Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge, Berlin.

Der Mensch fällt beim ausschreiten nach vorn und schafft sich durch vorsetzen des Fußes einen neuen Stützpunkt; in gleicher Weise stützt sich der Einradfahrer beim vorfallen auf das Pedal, welches er treibt. Die große Kunst ist nur die, daß dieser kurze Stoß, der doch nur zweimal bei einer Umdrehung zur Geltung kommen kann, für die betreffende Zeit genügen muß. Hierzu gehört allerdings eine ganz hervorragende Gewandtheit. Abb. 1184 zeigt, wie man aus dem Zweirad ein Einrad machen kann — nach dem Vorgange der Fahrkünstler Geschwister Klein zu Chemnitz — und Abb. 1185 das Einrad dieser Künstler selbst. Bei der außerordentlichen Einfachheit dieses Vehikels kann man nur bedauern, daß das Rad niemals Gebrauchsrad werden kann. — Noch seltsamer erscheint das Fußrad.

1180 u. 1181. Kettenloser Antrieb, La Danoise.

1182. Schiefes Kegelräderpaar.*)

1183. Antrieb mit schwingendem Sitz.

Hier fällt (Abb. 1186) auch der stützende Pedalstoß fort, und das balancieren beschränkt sich je auf die beim vorschwingen des freien Rades gebotene Gelegenheit.

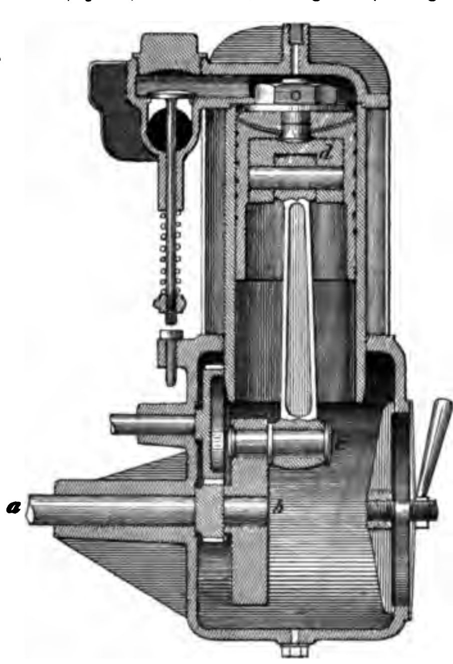
*) Aus dem „Engineering.“ — Eingehende Darstellungen von Fahrradteilen findet der Leser in den letzten Jahrgängen von Dinglers „Polyt. Journal“, der „Zeitschrift für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen“, im „Radfahrsport“, „Automobil“, „Cassicos Magasine“, „Modern Cycles“ und „Scientific American“, sowie in den ausgezeichnet illustrierten Preislisten von Schuchardt & Schütte, Berlin, und de Fries & Co., Düsseldorf, welchen Werken einige der Figuren entnommen worden sind. Vgl. ferner die Abhandlungen des Verfassers: „Das Fahrrad und seine Herstellung“, „Stahl und Eisen“, 1897, sowie „Die Herstellung des Fahrrades“, „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes“, 1898.



1184. Zweirad als Einrad. (Zu S. 407.) 1185. Einrad. 1186. Fußeinrad.

Das Motorrad.

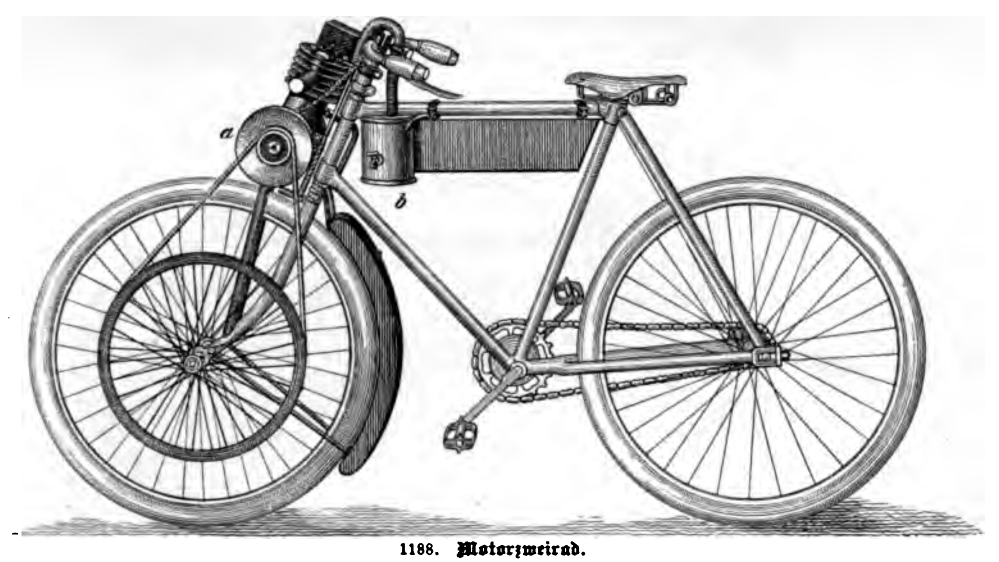
So ziemlich gleichzeitig mit den Fortschritten in der Maschinenfabrikation entwickelte sich ein Maschinchen, welches ursprünglich für das Boot bestimmt war und den Ruderer ersetzen sollte. Diese Aufgabe ist längst gelöst, und die kleinen Boote, welche wir ruderlos ohne sichtbare äußere Triebkraft gewandt durch das Wasser eilen sehen, sind Beweis genug dafür. Man hat sich beeilt, diesen kleinen Motor dem Fahrrad zuzugesellen, und so das **Motorrad** geschaffen.



1187. Fahrradmotor „Kosmos".

Die hierzu verwendeten Maschinen sind sehr verschiedener Konstruktion. Der Raum gestattet es indessen nicht, denselben näher zu treten, und es mag die Vorführung eines Vertreters dieses Zwerggeschlechtes der sonst so gewaltigen Motoren genügen. Abb. 1187 stellt den **Kosmos**-Fahrradmotor dar. a ist die meist durch eine Kette mit der Triebachse in Verbindung stehende Welle, b eine kleine Schwungkurbelscheibe, c der Kurbelzapfen und d der einseitig nur von oben her wirkende Kolben, e ist das gesteuerte Ventil, welches die zur Herstellung des explosiven Gasgemenges erforderliche Luft rechtzeitig einzulassen hat, und die schwarze Öffnung führt das Gas selbst, Benzin-, Petroleumdämpfe u. s. w., zu. — Dieser winzige Apparat ist vorn (Abb. 1188) vor der Lenkstange montiert, so daß bei a die Welle liegt. Der Fahrende ist also imstande, wie gewöhnlich zu fahren, sowie zu geeigneter Zeit den Motor mit zu Hilfe zu nehmen, der seinen Arbeitsstoff dem Gefäße b entnimmt.

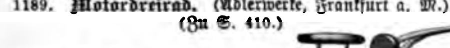
Das Motordreirad führt uns wieder den Kreislauf vor Augen, den wir schon so oft gefunden. Der Fortschritt zwingt dazu. Die kleine Maschine ist viel zu kostbar, um

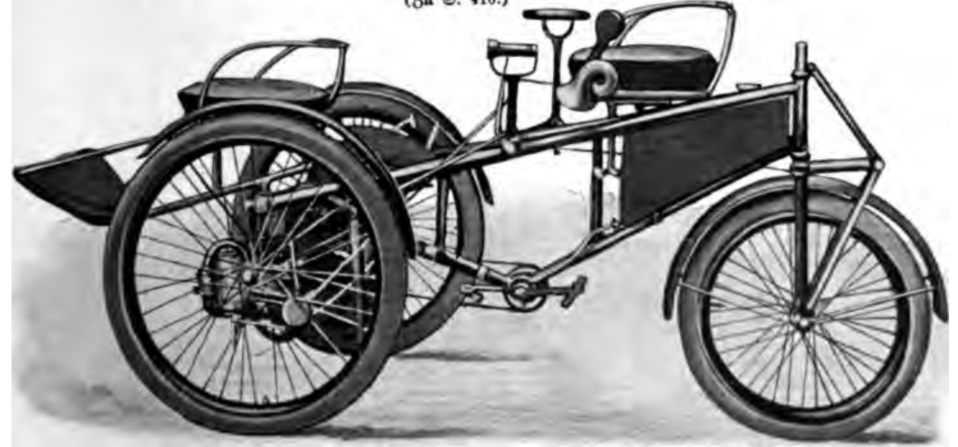


1188. Motorzweirad.

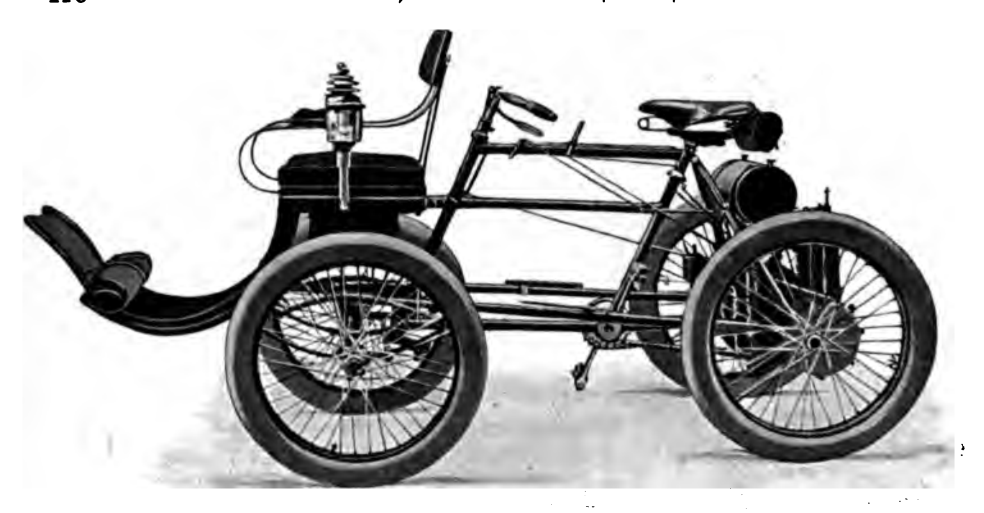


1189. Motordreirad. (Adlerwerke, Frankfurt a. M.) (Zu S. 410.)



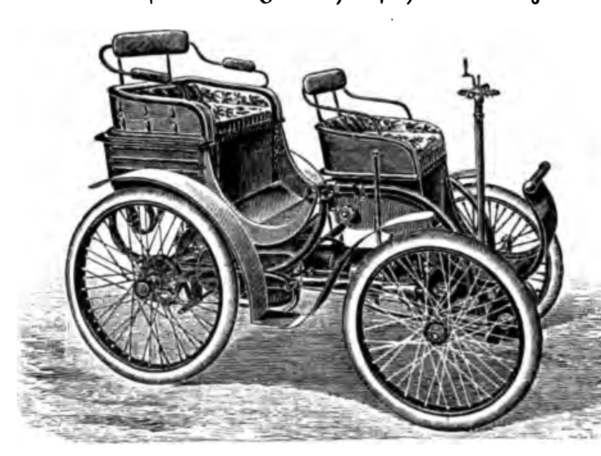


1190. Motortandem. (Zu S. 410.)



1191. Motorvierrad. (Stoewer.)

nur dem Sport zu dienen, und es liegt nahe, das Ganze etwas kräftiger zu gestalten, um eine vielseitige und möglichst nutzbringende Verwendung zu erzielen. Dazu reichen aber zwei Räder nicht aus, und schon die für weitergehende Zwecke recht erwünschte Stabilität führt zum Dreirad. Naturgemäß wird der Motor auf der hinteren Achse untergebracht, welche für diese Belastung am geeignetsten ist. Abb. 1189 zeigt eine solche Einrichtung, welche gleichzeitig daran mahnt, daß wir uns vom leichten Spiel entfernen, welches jedermann zugänglich ist, und zu Einrichtungen gelangen, welche bereits etwas fachmännische Kenntnis erfordern. Immerhin sieht das Ganze komplizierter aus, als es ist. Beim Motorzweirad liegt alles schön zur Hand, während hier alle die verschiedenen Hebel von vorn her bedient werden sollen, wodurch zum Teil die verschiedenen Stangen bedingt werden.



1192. Automobil. (Bielefelder Maschinenfabrik.)

Dem Motordreirad zur Seite steht das **Motortandem** (Abb. 1190), welches eine Ausbildung nach dem Sportlichen vertritt. Es hat, der üblichen Bedeutung des Wortes „Tandem“ entsprechend, zwei hintereinander befindliche Sitze, so daß zwei Personen befördert werden können, von denen im vorliegenden Falle allerdings nur die eine treten kann.

Dem Dreirad folgt das **Vierrad** (Abb. 1191), welches vom Fahrrad nur noch den Rahmen, die Räder mit ihrer leichten Bauart und den zusätzlichen Kurbelantrieb hat. Man fühlt heraus, daß der letztere dem Motor gegenüber schon sehr zurücktritt. Und lassen wir diesen Antrieb fort, womit auch der Sitz und damit die aufrechte Rahmenform fortfällt, so gelangen wir zum letzten Glied unserer Reihe, dem **Automobil** (Abb. 1192), welches bereits zur Gruppe der Lokomotiven gehört.

So jung dieses Fahrzeug ist, so kräftig hat es sich bereits namentlich in den großen Städten geltend gemacht, einer der vielen Triumphe unserer heutigen Maschinenindustrie.

Waffenindustrie.

Einleitung.

Die Waffentechnik ist ein wichtiger Zweig der Metalltechnik, der große Fabrikbetriebe mit vielen Tausenden Arbeitern beschäftigt und der vieler kunstvoller Maschinen bedarf, um Millionen und aber Millionen Waffen für die großen Volksheere aller Länder der Erde herzustellen. Wurde es in früheren Zeiten an Waffen geschätzt, wenn sie durch ihre Besonderheit unter ihresgleichen sich kenntlich machten, gleichsam als Individuen unter ihnen hervortraten, so daß man ihnen um deswillen Eigennamen gab, so verlangen wir heute gerade das Gegenteil. Wir schätzen die Kriegswaffen am höchsten, die zu Hunderten und Hunderttausenden die gleichen Eigenschaften zeigen und das Gleiche leisten. Solche Waffen können nicht von Menschenhand allein, sondern nur mit Hilfe nicht irrender Maschinen hervorgebracht werden. Die Maschinen aber sind, im großen wie im kleinen, nicht selten wahre Kunstwerke an finnreicher Einrichtung und mechanischer Genauigkeit. Die Waffentechnik kann deren nicht entbehren, sie versorgt sich mit ihnen aus dem weiten Gebiet des Maschinenbaues, wie dem der Feinmechanik, mit Werkzeugmaschinen und Prüfungsgeräten und zwar mit dem Besten, was dort hervorgebracht wird. Noch heute werden, wie es zu allen Zeiten geschah, an die Waffen die Anforderungen größter Zweckmäßigkeit und höchster technischer Vollendung gestellt. Daß es früher auch so war, beweisen die Waffensammlungen, nur dürfen wir uns in Bezug auf Zweckmäßigkeit nicht täuschen lassen, sondern müssen jede Waffe nach ihrer Zeit beurteilen. Gern bewundern wir an den alten Gebrauchs- und Prunkwaffen Erfindungsgabe und Kunstsinn, wie eine erstaunliche Kunstfertigkeit. Mit Recht wird deshalb die Waffenkunde als einer der wichtigsten Zweige der Kulturgeschichte und des Kunstgewerbes geschätzt.

Vor allem aber ist die Waffenkunde eines der wichtigsten Hilfsmittel zum Studium der Kriegsgeschichte. Das Kriegswesen fußt auf dem Gebrauch der Waffen, der Krieg selbst bringt sie zur Anwendung. Erst durch die Kenntnis der Waffen vergangener Zeiten gelangen wir zum vollen Verständnis des Kriegswesens derjenigen Völker, die sich dieser Waffen bedienten. Denn wo und wann sich Kämpfende gegenüberstanden, hatten die Waffen den Zweck, die Kraft des Armes zu verstärken, die Lanze sollte ihn zum Stoß, das Kampfbeil zum Schlag verlängern, um den Feind früher zu treffen, als es die Faust vermag. Auch die Schleuder war nur der verlängerte Arm zum Steinwurf.

Wer sich in den Kampf begibt, will siegen. Schon der Trieb der Selbsterhaltung zwingt, sich nicht nur zum Kampfe schlechtweg zu bewaffnen, sondern sich mit den besten Waffen, die zu erlangen sind, auszurüsten, weil damit die Aussicht steigt, den Gegner zu besiegen. So entstand naturgemäß der Wettstreit in der Herstellung besserer Waffen, der im Altertum wie im Mittelalter die Lanze und Pike bis zu 6 m Länge ausarten ließ, der zu allen Zeiten Riesenwurfzeuge und Riesengeschütze hervorbrachte. Dieser Wettstreit im Waffenwesen ist so alt wie der Kampf und der Krieg, er hat zu allen Zeiten das beste Wissen und Können in seinen Dienst gestellt. Und wie die Büchsenmeister des Mittelalters mit Zaubersprüchen und Zaubermitteln geheime Kräfte sich dienstbar zu machen suchten, um ihren Geschossen Wunderwirkung zu verschaffen, so

52*

schöpfen wir heute aus allen Quellen der Naturwissenschaften und der Technik, um unsere Waffen und ihre Wirkung zu verbessern. Die Wirkung ist jedoch nicht allein von der Güte der Waffen, sondern auch von ihrem geschickten Gebrauch abhängig. Jeder ist bemüht, seine Waffen so zu gebrauchen, daß er die größte Wirkung erzielt. Die Fechtweise wird demnach naturgemäß durch die Art der Waffen bedingt und ändert sich mit den Waffen.

Wir wollen im Kampfe aber nicht nur unseren Waffen zur größten Wirkung verhelfen, sondern auch uns selbst der feindlichen Waffenwirkung möglichst entziehen, oder sie abschwächen, uns vor derselben schützen. Das ist ein Naturtrieb, dem wir dabei folgen, denn je wirksamer die Schutzmittel sind, um so länger können wir kämpfen. Eins der ältesten Schutzmittel ist der Schild, dessen geschickter Gebrauch ihm die Bedeutung einer wirklichen Waffe verlieh; daher unterschied man bald Angriffs- und Schutz-, oder Trutz- und Schutzwaffen. Beim Schild ließ man es jedoch nicht bewenden. Nichts lag näher, als den Körper selbst zu schützen. So entstanden Helm, Panzer und die Rüstungen, die in der Ritterrüstung des Mittelalters die höchste Stufe ihrer Entwickelung erreichten. Als aber der Stahlharnisch den Feuerwaffen gegenüber seine Schutzwirkung verlor, trat an seine Stelle der Abstand zwischen den Kämpfenden, der mit der Tragweite der Feuerwaffen immer größer wurde; und als man hier an eine durch die Sehkraft des menschlichen Auges bedingte Grenze kam, löste man die früher geschlossenen Reihen der Kämpfer zu zerstreuten Einzelkämpfen auf und erschwerte dadurch das Treffen mit den immer besser gewordenen Feuerwaffen. Die bessere Waffe nötigte stets zu einer Änderung der Fechtweise. Waffen und Fechtweise stehen daher in den innigsten Wechselbeziehungen zu einander. Im „Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien“ darf zwar, wie wir entwickelt haben, die Waffenkunde nicht fehlen, den Gebrauch aber lehren Wissenszweige, die ganz außerhalb der Grenzen gewerblicher Schaffensgebiete liegen und in die wir nur gelegentlich einen Blick hinüber werfen, um dort Erklärungen zu suchen, die uns das Verständnis für die Fortschritte der Waffentechnik erleichtern.

Die Entwickelung der Waffen

von der ältesten Zeit bis zur Einführung der Feuerwaffen.

Die Geschichte der Waffen reicht in die Urzeit des Menschengeschlechts hinauf. Wahrscheinlich haben die Schutzbedürftigkeit und die Waffenlosigkeit des menschlichen Körpers, gegenüber den Tieren, zur Erfindung der Werkzeuge und Waffen geführt, mit der die Gesittung der Menschheit beginnt, denn kein Tier fertigt ein Werkzeug, nur der Mensch. Diese natürliche Begabung unterscheidet ihn vom Tier, wie die Sprache. Werkzeug und Waffe sind ursprünglich dasselbe. Die in Höhlen, Gräbern und Pfahlbauten aufgefundenen Waffen der Urzeit bestätigen dies. Die Geräte aus Holz, Knochen und Horn, aus gespaltenem, behauenem, später auch aus geglättetem Stein dienten als Hausgeräte, wie zum Kampf. Erst als mit der aufsteigenden Kultur sich die Bedürfnisse und die werkthätigen Verrichtungen der Menschen mehrten, trat mit den Verwendungszwecken eine Trennung von Haus- und Kriegsgeräten ein.

Der Steinzeit folgte das Bronzezeitalter, mit dem wir bereits in die geschichtliche Zeit der Kulturvölker eintreten, um dann in die Eisenzeit hinüberzugehen, in der wir heute noch leben. Die Übergänge von einer Zeit in die andere haben sich eben keineswegs schroff, sondern ganz allmählich vollzogen, so daß Waffen und Geräte aus verschiedenen Werkstoffen gleichzeitig gebraucht wurden. Asiatische Völker benutzten schon seit Jahrhunderten Waffen und Geräte aus Eisen, als die Römer noch mit Bronzeschwertern kämpften. Im Britischen Museum wird der Teil eines assyrischen Panzerhemdes aus Stahl aufbewahrt, welcher aus dem 10. Jahrhundert v. Chr. stammt. Ilias und Odyssee bezeugen, daß den Griechen bei der Belagerung Trojas das Eisen bereits bekannt war; weil aber die Gewinnung und die Bearbeitung desselben schwieriger war, als die des Kupfers und Zinns, aus denen man auch damals, wie heute, die Bronze zusammenschmolz, so ist es begreiflich, daß man letzterer so lange den Vorzug gab, bis jene Schwierigkeiten überwunden waren.

Die ältesten Nachrichten eines geordneten Kriegswesens führen uns nach Ägypten, wo die herrschende Kasteneinteilung des Volkes geordnete Heereseinrichtungen begünstigte.

Schon Ramses II. (Sesostris 1388—1322 v. Chr.) besaß ein großes, wohlgegliedertes, gut und gleichmäßig bewaffnetes Heer, dessen schweres Fußvolk nach dem Klange von Trommeln und Trompeten in Reihenordnung, wahrscheinlich im Gleichschritt, marschierte. Die vielen geschichtlich bekannten Kriegszüge der asiatischen Völker, der Assyrer, Perser, Meder u. s. w. setzen gleichfalls Heere mit geordneter Einrichtung und Bewaffnung voraus.

Die Trutzwaffen.

Von der ältesten Zeit an bis zur Einführung der Feuerwaffen finden wir bei allen Völkern und zu allen Zeiten ähnliche Waffen. Urwaffe war der Speer, die Lanze, bei den meisten Völkern auch die Hauptwaffe, ein 3—6 m langer Holzstab mit Spitze aus Knochen, Stein, Bronze und später aus Eisen, der sowohl zum Stoß als zum Wurf diente. Die altgermanische Framea, meist als Wurflanze gebraucht, hatte eine lange zweischneidige Eisenspitze. Das Pilum, die Hauptwaffe der römischen Legionen, nach welchem die Triarier „pilani“ hießen, trug auf dem als Grifffstück dienenden Holzstab eine



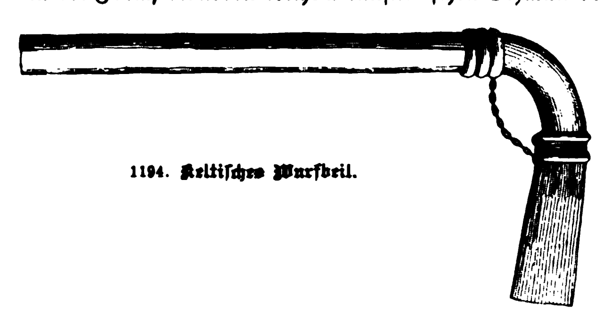
1198. Assyrische Krieger. Relief vom Palast zu Nimrud, jetzt im Britischen Museum zu London.

lange Eisenstange mit Stahlspitze. Die langobardischen Reiter waren als Ger-(Speer-)werfer berühmt und gefürchtet. Die germanischen Hilfstruppen wurden von den Römern deshalb so geschätzt, weil sie den Langspeer als Stoßwaffe mit Meisterschaft zu führen verstanden. Die schwere Ritterlanze war ein Langspeer, als Schlachtspeer mit scharfer Stahlspitze, als Turnierlanze mit drei- oder vierspitzigem Krönlein versehen. Der lange Spieß, die Pike, war die Hauptwaffe der Landsknechte und wurde nach und nach erst im 17. Jahrhundert vom Feuergewehr verdrängt, blieb aber als Halb- oder Kurzspieß, auch Sponton genannt, noch bis zum Jahre 1808 Waffe der Infanterieoffiziere im preußischen Heere und ist heute als Stahlrohrlanze Hauptwaffe der ganzen Reiterei des deutschen Heeres.

Die Lanze ist mit reicher Symbolik umwoben. Sie ist das Urbild des Zepters und war das Sinnbild der Gerichtsbarkeit, welche sub hasta ausgeübt wurde. „Arma: id est scutum et lanceam“ sagt ein langobardisches Gesetz vom Jahre 643.

Die Streitaxt, das Kampfbeil, neben dem Speer die älteste Waffe, war in ägyptischen und asiatischen Heeren ebenso beliebt, wie bei den Franken, Alemannen, Goten und Sachsen und wurde bis zur karolingischen Zeit, Mitte des 8. Jahrhunderts, zum Hieb und Wurf gebraucht. Mit Beginn des 14. Jahrhunderts verwandelte sie sich zur Hellebarde, indem

man den Stiel 2—3 m verlängerte, der Waffe eine Spitze nach vorn, in Verlängerung des Stiels, und eine gegenüber der Schneide hinzufügte. So erhielt man eine Waffe zum Stoß und Hieb, geeignet zum Aufbrechen der Eisenpanzer. Partisane, Korseke, Roncone u. a. sind nur Abarten in der Form, die neben reichem künstlerischen Schmuck von der Beliebtheit der Waffe zeugen.

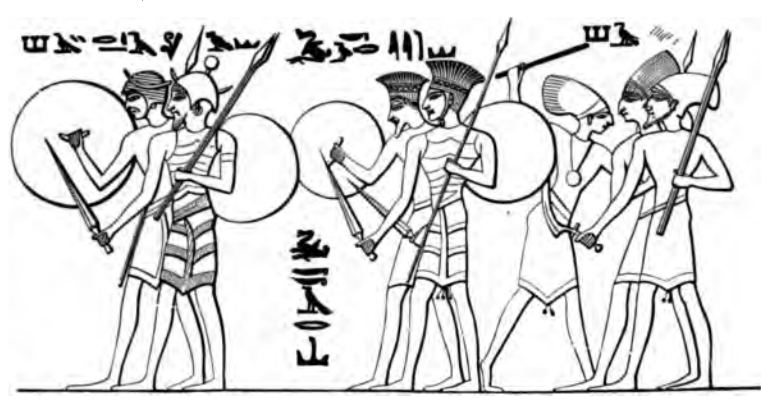

1194. Keltisches Wurfbeil.

Die Kampfkeule, gleichfalls zu den Urwaffen gehörend, wurde von Ägyptern und Asiaten gern geführt. Die Assyrer versahen den Keulenkopf mit Eisenstacheln, kämpften also bereits mit dem Morgenstern, der 2000 Jahre später, im Jahre 1315 bei Moorgarten in der Faust der Eidgenossen „die Blüte der österreichischen Ritterschaft“ niederschmetterte. Beim alten germanischen Fußvolk war die Kampfkeule nationale Waffe, die zum Schlag, wie zum Wurf diente, jedoch so eingerichtet war, daß sie zum Werfer von selbst zurückkehren konnte, wie noch heute bei australischen Völkern gebräuchliche Wurfwaffen, die aber auch zum Zurückziehen mit Wurfleine versehen war. So wanderte sie als Caja mit den Westgoten und Vandalen im 5. Jahrhundert nach Spanien. Ihre Wurfleine wurde dort später zum Stierfangen benutzt und so zum Lasso, der dann mit den Konquistadoren zu Anfang des 16. Jahrhunderts nach Mexiko und Südamerika gelangte. Während der Völkerwanderung war sie der nägelstarrende Streitkolben, der bis ins 15. Jahrhundert Bauernwaffe blieb. Für die Hand des vornehmen Ritters wurde er schön aus Stahl gearbeitet, oft kunstvoll geschmückt, zum Kolben oder Streitkolben. Hammerähnlich, an einer Seite mit Spitze zum Durchbrechen des Harnisches, wurde er als Streithammer vom Fußvolk mit langem Stiel benutzt, von Reitern kurz gestielt am Sattel aufgehängt. Als Bengel oder Flegel hing der Stachelknopf mit fußlanger Eisenkette am eisenbeschlagenen Holzstab und war so in den Hussitenkriegen 1419—1436 eine allgemein beliebte Waffe.

Die erste Waffe, die nicht mehr als Werkzeug, wie bei der Jagd und bei der Herdenhut Verwendung fand und erst in der Bronzezeit auftritt, war das Schwert; es ist das Kennzeichen bereits seßhafter Völker und entscheidende Waffe im Nahkampf. Die ägyptischen Krieger führten neben dem dolchartigen Schwert einen kurzen Krummsäbel, den Khops (in Abb. 1196 der letzte Krieger rechts), der häufig, aber mit Unrecht „Schlachtensichel“ genannt wird, weil nicht die innere, sondern die äußere, die konvexe Seite die Schneide bildet. Das dolchartige Schwert finden wir bei allen asiatischen Völkern, ebenso bei den Griechen und Römern. In besonders hohem Ansehen stand das Schwert bei den germanischen Völkern; sie trugen es zu jeder Zeit, während Römer und Griechen sich nur zum Kriege mit dem Schwert umgürteten. Das vom römischen Fußvolk seit dem zweiten punischen Kriege (218—201 v. Chr.) geführte Langschwert von etwa 60 cm Länge (gladius) war eine Hieb- und Stichwaffe; das germanische zweischneidige Langschwert, die Spatha, aus Eisen, war nur Hiebschwert und meterlang. Dieses Schwert war es, welches bei den Kaiserzügen nach Italien und den Kreuzzügen den Schrecken vor dem deutschen Namen verbreitete. Die Ritter stiegen vom Pferd und kämpften zu Fuß mit dem Schwert, das oft von riesiger Größe war. Die größte Form war der zweihändige Flamberg des 15. Jahrhunderts, häufig mit geflammter Klinge,


1195. Slawischer Kriegsflegel.

der nur von Fußsoldaten, besonders in den Landsknechtheeren gebraucht wurde. Neben der Spatha war bei den Germanen das einschneidige Saxschwert für Hieb und Stoß, oft von gewaltiger Länge und Schwere, im Gebrauch. Kaiser Ottos IV. Schwert, das er in der Schlacht bei Bouvines 1214 führte, war ein solches. In Waffensammlungen sind solche Schwerter von 1,25 m Klingenlänge, von 8 cm Breite und 12 mm Rückenstärke zu finden.


1196. Ägyptische Krieger und Bundesgenossen derselben.

Aber auch ein einschneidiges Kurzschwert, der Skramasax, von 40—60 cm Länge, wurde seit uralten Zeiten von Germanen und gallischen Kelten gern geführt und war die Waffe der freien westfälischen Bauern im Mittelalter. Ihm gleicht der böhmische Dusak, das gefürchtete Kurzschwert der Hussiten, das wahrscheinlich im 1. Jahrhundert n. Chr. mit den Markomannen nach Böhmen kam.

Beim kampffrohen und waffenliebenden Deutschen stieg das Schwert zu höchstem Ansehen, es war das Symbol des Gerichts, auf welchem man schwur, wozu die Kreuzform des Griffes weihevoll Anlaß gab. Diese Hochschätzung des Schwertes, die demselben gewissermaßen persönliche Eigenschaften verlieh, findet Ausdruck in dem reichen Sagenschatz und in der Namengebung. Siegfried ist doppelt schrecklich, wenn er den „Balmung" schwingt, und die „Tizonada" ist gefürchtet, wie Cid selbst. Dieser hohen Verehrung entspricht die vielgestaltige Form und künstlerische Ausschmückung des Schwertes.


1197. Römische Krieger.
Nach einem Relief an der Trajanssäule zu Rom.

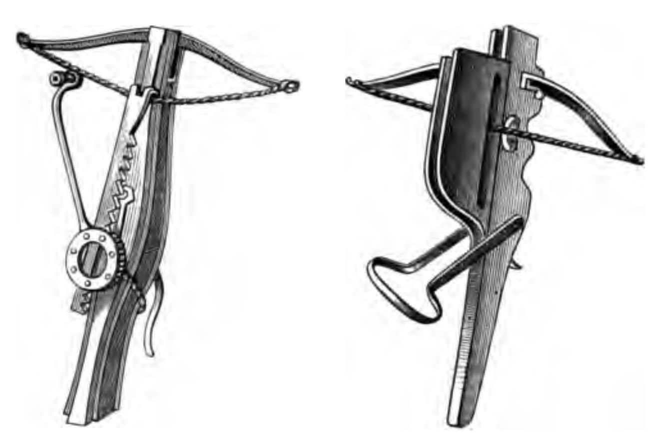
Die Fernwaffen. Unter den eigentlichen Fernwaffen — Wurfspieß und Wurfbeil waren hauptsächlich Nahwaffen und wurden nur gelegentlich, beim Beginn des Kampfes, als Fernwaffen gebraucht — ist die Schleuder die älteste. Sie war die Waffe der Hirten, wie sie noch heute bei Hirtenvölkern im Gebrauch ist, und ging von ihnen in die Heere aller viehzuchttreibenden Völker über. Man denke an den Kampf Davids, des Hirten, mit Goliath. Die balearischen Schleuderer waren wegen ihres großen Geschickes besonders berühmt. Griechen, Römer, Karthager, auch die Germanen bedienten sich der Schleuder. Die griechischen und römischen Schleuderer warfen in Formen gegossene längliche Bleigeschosse, Schleuderbleie, die noch auf 500 Schritt Helm und Schild durchdrungen haben sollen. Die Stab- oder Stockschleuder wurde noch im 16. Jahrhundert in europäischen Heeren zum Werfen von Granaten und glühenden Kugeln gebraucht.

Wie die Schleuder Waffe der Hirten, so war der Bogen mit Pfeil vornehmlich Jagdgewehr und wurde als solches in Deutschland mehr, denn als Kriegswaffe gebraucht. Im Altertum waren Skythen, Kreter, Parther und Thrakier, im Mittelalter die Eng-

länder als geschickte Bogenschützen berühmt. Bei den Franken waren die Bogenschützen noch bis zu Karl dem Großen im Heerbann vertreten. Während der Kreuzzüge hatten die schwerfälligen deutschen Ritter besonders von der sehr beweglichen türkischen mit Bogen bewaffneten Reiterei viel zu leiden. Die Turkopolen, die den Deutschrittern im 14. Jahrhundert in ihren Kämpfen gegen die Litauer gute Dienste leisteten, waren berittene Bogenschützen. Ludwig XII. hatte 1514 noch Bogenschützen zu Pferde in seinen Ordonnanzkompanien, und unter Elisabeth von England (1558—1603) standen die Bogenschützen im höchsten Ansehen.


1198. Griechischer Bogenschütz und Schleuderer.

Der Bogen war aus Holz oder Horn, dem Gehörn von Antilopen und anderen Tieren, die Sehne aus zubereiteten Tiersehnen gedreht, die Pfeile aus Rohr oder Holz mit metallener Spitze, häufig hinten gefedert, gefertigt. Der englische Pfeil war 90 cm lang. Ein gewandter Bogenschütze schoß 12 mal in der Minute. Diese Schießschnelligkeit war auch der Grund, weshalb sich der Bogen noch lange neben der Armbrust behauptete, die nur 3—4 Schuß in der Minute gestattete, obgleich sie an Wirkung dem Bogen weit überlegen war. Der stählerne Bogen der Armbrust war von so großer Spannkraft, daß sich derselbe nur mittels mechanischer Hilfsmittel spannen ließ. Dazu bediente man sich eines gabelförmigen Hebels, des Geisfußes, einer Winde mit Kurbel und Rad oder eines Flaschenzuges (s. Abb. 1199 u. 1201). Daraus erklärt sich auch die große Schnellkraft, mit welcher Pfeil oder Bolzen fortgetrieben wurden; letztere sollen noch auf 125 Schritt durch Plattenharnisch und Koller, oder auch durch 15 cm dicke Holzbalken hindurchgegangen sein. Der Vorteil der Drehung des Bolzens um seine Längenachse während des Fluges für die Trefffähigkeit war bekannt. Abb. 1203 zeigt einen solchen Drehpfeil aus dem Anfang des 15. Jahrhunderts, der hinten mit Lederstreifen oder Holzspänen in der Richtung eines Schraubenganges besetzt war. Die Bolzen waren mit einer meist vierkantigen Spitze aus Eisen oder Stahl versehen. Man schoß auch Bleikugeln von Armbrüsten, die zur besseren Kugelführung einen Lauf aus Eisen oder eine Rinne aus Holz trugen.


1199. Armbrust mit aufgesetzter Winde. 1200. Chinesische Repetierarmbrust mit Raum für 20 Pfeile in der Schublade.

Die Gastaphrete (Bauchspanner) der Griechen und die Manuballiste der Römer waren wahrscheinlich Armbrüste, die dort aber wohl wenig zur Geltung kamen. Erst in

Deutschland und Frankreich erhielt die Armbrust eine hohe technische Ausbildung, wurde eine beliebte Jagdwaffe, sowie Waffe der Schützengilden.

Die Spuren der Armbrust lassen sich bis ins 11. Jahrhundert zurück verfolgen, aber schnell muß sie sich technisch entwickelt und ausgebreitet haben, denn vom zweiten Lateranischen Konzil 1139 wurde der Gebrauch dieser mörderischen Waffe gegen Christen verboten, gegen Ungläubige und Ketzer jedoch gestattet. Vergeblich hat Innocenz III. 1215 dieses Verbot erneuert, denn gleich darauf, 1218, errichtete Philipp August, König von Frankreich, die ersten Armbrustschützen-Kompanien. Dort war die Armbrust so verbreitet, daß Karl VII. (1422—1464) die Gemeinden der Normandie zur Anpflanzung des Eibenbaumes (Taxus baccata) verpflichtete, damit es nicht an Holz zu Armbrustschäften fehle. Für den Adel und die Fürsten war die Armbrust Jagdwaffe und erhielt für diesen Zweck oft eine kostbare und künstlerische Ausschmückung in Edelmetallen, Elfenbein u. s. w. Die Armbrust hat sich bis ins 17. Jahrhundert als Kriegswaffe erhalten, da sie den älteren Feuerwaffen an Schußwirkung überlegen war. Die Mauern der Burgen und Städte verteidigte man gern mit der großen Mauerarmbrust, die großer Flaschenzüge zum Spannen bedurfte und schwere Pfeile und Steine schoß. Der im 16. Jahrhundert gebräuchliche Ballester (Abb. 1202), der auch Kugeln schoß, hatte einen eisernen Schaft und einen besonderen Schloßmechanismus; diese Waffe stand ihrer mörderischen Wirkung wegen in hohem Ansehen. Eine andere Art Kugelarmbrust war sogar mit beweglichem Visier versehen, wie die Feuerwaffen, die damals ja auch schon lange im Gebrauch waren.



1201. Armbrust mit Flaschenzugspannung.

Im Belagerungskriege bediente man sich im Altertum der Katapulten und Ballisten als Fernwaffen, deren Erfindung den um den Schiffbau und das Seewesen verdienten Phönikern und Syrern zugeschrieben wird. Ihre technische Entwickelung und Gebrauchsweise, bereits von Demetrius Poliorketes, Feldherr Alexanders des Großen um das Jahr 300 v. Chr., sehr gefördert, erreichte die höchste Stufe durch die Griechen, die ein nach bestimmten Grundsätzen geregeltes Geschützwesen ausbildeten. Ihre Horizontalgeschütze (Katapulten), unseren Kanonen entsprechend (s. Abb. 1204), schossen mit geringer Erhöhung Pfeile bis auf etwa 500 m, die Ballisten oder Palintonen, die Winkelspanner, unseren Mörsern vergleichbar, warfen unter 45° Erhöhung Steine oder balkenartige Geschosse (s. Abb. 1205) bis zu 750 m. Eine andere Art war die einarmige Balliste, daher Onager genannt, deren Einrichtung aus Abb. 1206 verständlich ist; auch sie warf Steine bis auf 800 m Entfernung.

1202. Stein- oder Kugelarmbrust.

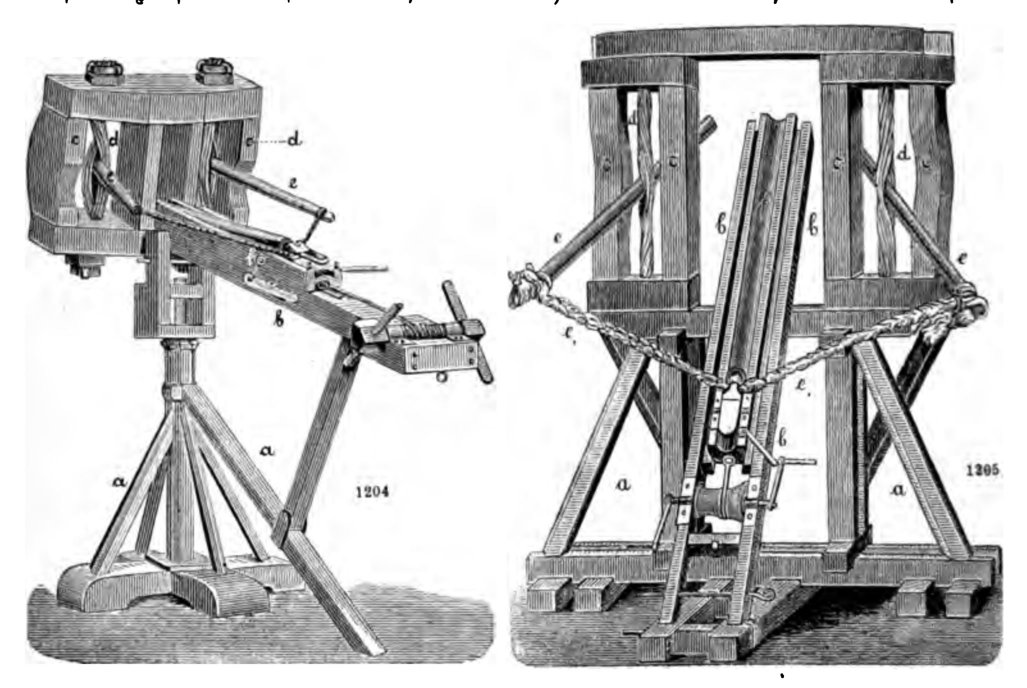
Die Triebkraft lieferten Bündel aus zusammengedrehten Tiersehnen oder Frauenhaaren, deren Durchmesser das Kaliber angab. Mit dem Kaliber wuchs, wie heute, die Triebkraft und Leistung des Geschützes. Diese Sehnenbündel wurden mittels hindurchgesteckter einarmiger Hebel, welche die Bogenarme bildeten, dadurch in Spannung versetzt, daß man die Bogensehne, welche die äußeren Enden der Arme verband, anzog, wozu eine Winde diente. Plötzlich ausgelöst, schnellten die gedrehten Sehnenbündel — die Spannnerven — die Bogenarme mit Gewalt zurück. Die hierbei entwickelte Kraft, die, wie erwähnt, mit der Dicke der Spannnerven stieg, diente zum Forttreiben der Geschosse. Es waren Geschütze von 4 Kalibergrößen im Gebrauch.



1203. Drehbolzen zur Armbrust.

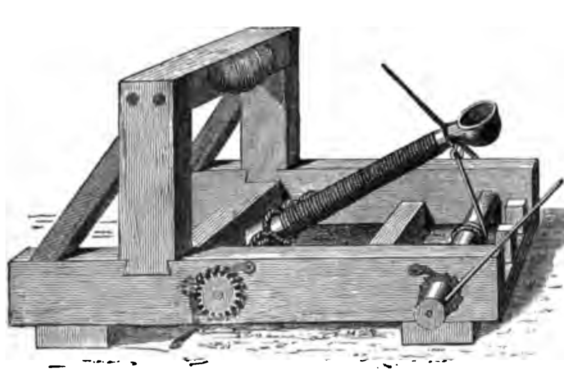
Die erste Verwendung solcher ursprünglich für Belagerungszwecke gebauten Geschütze in vorbereiteten Stellungen der Feldschlacht machte Machanidas 207 v. Chr. bei Mantineia.

Die Römer haben das griechische Geschützwesen übernommen und für ihre Zwecke ausgebildet. Sie haben diese Geschütze sowohl im Belagerungs- wie im Feldkrieg nach bestimmten Regeln verwendet; jeder Centurie war eine Balliste (Kanone) und jeder Kohorte ein Wurfgeschütz, Onager, zugeteilt. Auch fahrbare Geschütze, die Carroballisten, mit Maultieren bespannt, waren im Gebrauch. Für die römischen Heere am Rhein war Boppard (die alte Baudobrica) der Stationsort des praefectus militum ballistariorum, also die Hauptartilleriestation oder, wie wir es heute nennen würden, ein Artilleriedepot.



1204. u. 1205. Griechische Geschütze.
1204. Katapulte (Euthytonon, Horizontalgeschütz) gespannt. 1205. Steingeschütz (Palintonon, Wurfgeschütz) gespannt. a Gestell, b Geschoßbahn, c Spannkasten, d Sehnen, e Bogensehne, f Läufer.

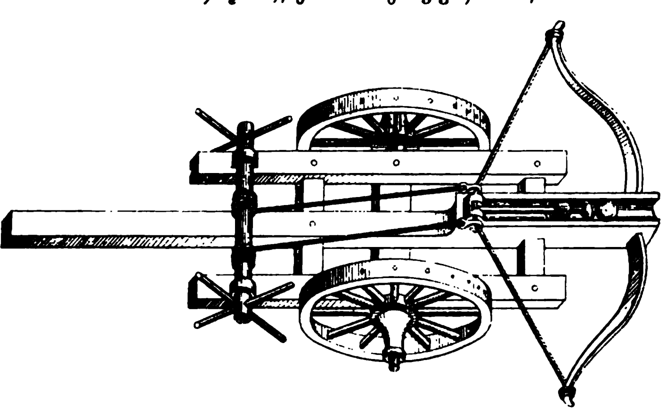
Der Bau von Kriegsmaschinen zur Belagerung befestigter Plätze entwickelte sich besonders in Italien, wo noch manche jener Maschinen und Erinnerungen aus der Römerzeit sich erhalten haben mochten, wo aber auch das Befestigungswesen sich frühzeitig ausbildete. Die von den Italienern erreichten Fortschritte sind jedenfalls bedeutend gewesen, denn die verheerende Wirkung ihrer Kriegsmaschinen veranlaßte das lateranische Konzil 1139, wie gegen die Armbrust, so auch gegen „jene todbringende und gottverhaßte Kunst des Baues von Wurf- und Pfeilgeschützen und deren Gebrauch gegen katholische Christen“ den Bannfluch auszusprechen, allerdings ohne seine Beachtung zu erzwingen, am wenigsten in Italien selbst.



1206. Onager.

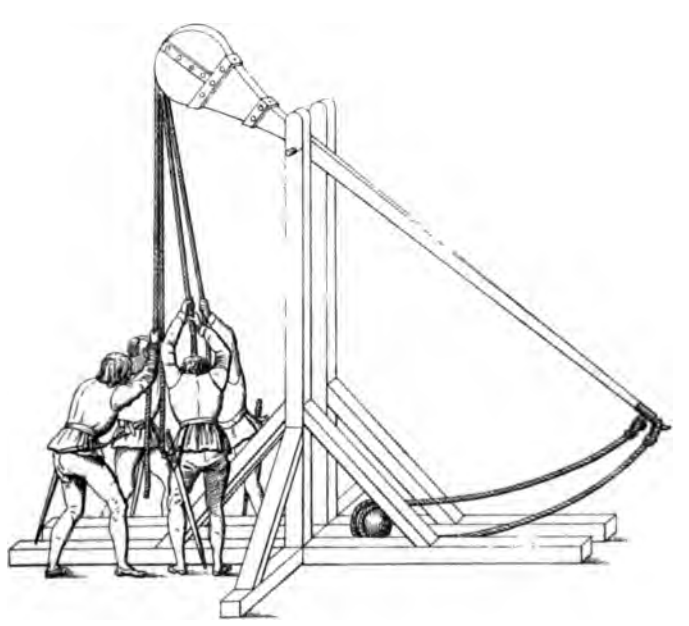
Die Deutschen haben auf ihren Kriegszügen nach Italien die Kriegsmaschinen dort kennen gelernt und schon früh Antwerke gebaut. Unter diesem Sammelnamen wurden

alle Belagerungsmaschinen verstanden, die in drei Arten zerfielen: das Stoßzeug zum Mauerbrechen, das Schuß- und Wurfzeug und das Deckzeug. Zum Stoßzeug gehörten der Sturmbock oder Widder, der Mauerbohrer und der Krebs zum Abbrechen gelöster Mauerteile. Diese Geräte waren unter einem Schutzdach, zum Deckzeug gehörend, in Seilen aufgehängt und wurden von den Knechten gehandhabt. Zum Schuß- und Wurfzeug gehörte die Balliste, eine Standarmbrust, deren Bogen bis zu 6 m Länge erreichte. Zwischen dieser und der gewöhnlichen tragbaren Armbrust steht die Wagarmbrust oder der Spannwagen (Abb. 1207), eine auf zwei Rädern fahrbare Armbrust. Die Ballisten schossen Steine oder Bolzen bis auf 850 m Entfernung.



1207. Wagarmbrust (Espingole).

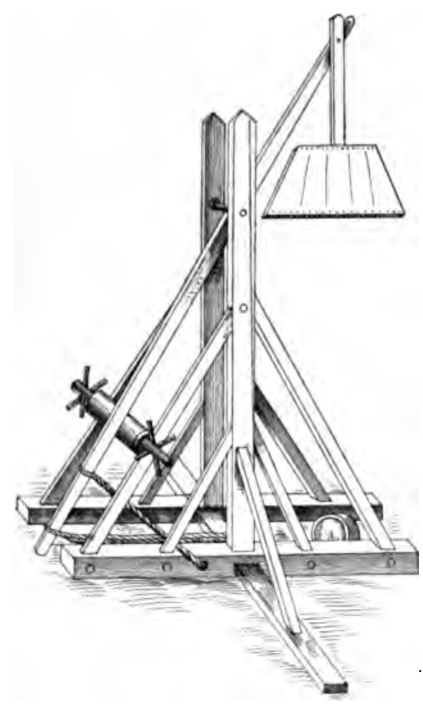
Zum Wurfzeug gehören Maschinen verschiedener Einrichtung, je nach Hervorbringungsart der Schleuderkraft, die aber alle eine Stabschleuder von riesiger Größe darstellen. Ein ungleicharmiger Hebel dreht sich zwischen zwei Ständern (s. Abb. 1208) um eine wagerechte Welle; am Ende des bis zu 9 m langen Hebelarmes ist die Schleuder, am kurzen Hebelarm ist ein Gegengewicht angebracht; dieses wird entweder durch Menschen heruntergerissen, wie in Abb. 1208, oder es fällt durch sein großes Übergewicht von selbst herunter, sobald die Hemmung des Schleuderarmes gelöst wird, wie in Abb. 1209. Bei der Mange, wie sie Fronsperger in seinem Kriegsbuch gut beschreibt und abbildet (Abb. 1210), dreht sich um eine starke Welle ein schwerer Steinkasten, der mit seinem anderen Ende auf dem kurzen Arm des langen Schleuderhebels liegt, der sich um eine Welle dreht. Eine Sperrvorrichtung hält ihn fest, nach deren Ausheben der Steinkasten die Schleuder in Schwung setzt. Dieser Steinkasten hat dieselbe Form wie der einer älteren Wäscherolle, deren Kasten an zwei Griffleisten auf seinem nach beiden Seiten verlängerten Bodenbrett hin und her gezogen wurde. Diese Wäscherolle wird bekanntlich in einem großen Teile Deutschlands und zwar nach ihrem Kriegszwecken dienenden Urbilde „Mange“ oder Mangel genannt. Dieser Name deutet, wie Reuleaux meint, zurück auf das griechische Manganon, künstliches Hilfsmittel, und den Namen des alten



1208. Wurfzeug (Trébuchet).

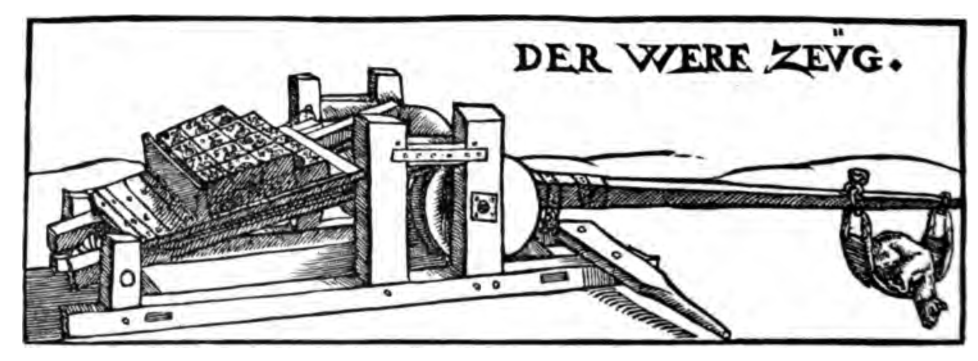
kunstevollen medischen Volksstammes, der Magos, klingt daher über eine Zeit von etwa 4000 Jahren hinweg.

Jene alten Wurfzeuge oder „Gewerfe“ führten ihrer Einrichtung nach verschiedene Namen: Bleide oder Blyde, Tribuk (trabuculus), Petraria, Mange, Marga, Matafunde u. s. w. Quodwerke hießen sie, wenn sie statt eines Steines bis zu 60 cm Durchmesser oder eines Steinhagels Leichname oder Äser von Tieren in die belagerte Stadt warfen. Aber auch mit Nägeln beschlagene Balken, Fässer und Töpfe mit Brandsatz zum Entzünden der Häuser, oder um Gestank und nicht atembare Luft zu erzeugen, wurden von ihnen hineingeschleudert. Solche mit heftig brennendem Satz gefüllte Feuertöpfe flogen oft mit donnerähnlichem Geräusch durch die Luft und haben vielfach zu Verwechselungen mit Feuergeschützen Veranlassung gegeben; denn beide sind noch bis zum Ende des 15. Jahrhunderts nebeneinander gebraucht worden. Fronsperger empfahl dieselben sogar noch im Jahre 1573.


1209. Schleudermaschine (Blyde) von 1404.

Die Schutzwaffen.

Der Schild. Von allen urtümlichen Schutzwaffen ragt keine so weit in die geschichtliche Zeit hinauf, hat keine so große Bedeutung in der Entwickelung der Sitten und Künste gewonnen wie der Schild. In ihm offenbart sich vorzugsweise der Ursprung unserer Rechtshändigkeit. Die am meisten schutzbedürftige Stelle in unserer Brust ist die, wo das Herz schlägt. Wer die Brust schützen will, thut dies unwillkürlich durch Anziehen des linken Armes. So wurde die linke Hand die deckende Schildhand, die rechte die angreifende Schwertfaust. Jene ist die ruhende, diese die thätige, die, geübt und daher mehr entwickelt, an Kraft und Geschick gewinnt.



1210. Mange. Nach Fronspergers Kriegsbuch.

Am Schild hat sich auch vermutlich die künstlerische Bethätigung sehr früh versucht, denn während der metallene Schutzrand zu Verzierungen Gelegenheit bot, forderte die Schildfläche zum Bemalen als Bildfläche geradezu heraus. Unser heutiges Wort „schildern“ im Sinne von „beschreiben“ stammt vom Bemalen der Schilde. Die Heldenthaten des Schildträgers wurden in bezeichnender Weise und Form darauf abgebildet und blieben

dessen Wahrzeichen für Lebenszeit. Das ist der Ursprung des Wappens, das anfänglich nicht erblich war, denn der Sohn mußte sich erst das Recht, seinen Schild zu bemalen, durch eine rühmliche That erwerben. Als im 10. Jahrhundert in Deutschland die Turniere üblich wurden, dehnte sich das Wappen des Vaters auf die Familie aus und wurde dann erblich. Um nun eine gewisse Kontrolle über den neuen Adel an der Schranke des Turnierplatzes zu ermöglichen, wurden Schild und Helm dort abgelegt, um darzuthun, daß der Träger das Recht hatte, zu turnieren. Im 11. Jahrhundert waren diese Schildwahrzeichen schon in ganz Europa in Gebrauch. So erklärt sich auch die Mannigfaltigkeit in Größe, Form und Ausstattung des Schildes bei seinem mehrtausendjährigen Gebrauch.

Ursprünglich aus Flechtwerk, Holz, mit Tierhäuten oder Leder bezogen, mit Metallbeschlägen umrandet und in der Mitte zum Ableiten auftreffender Geschosse gebuckelt, wurde er später ganz aus Metall gefertigt und kam erst mit dem Panzer außer Gebrauch.

Der Panzer. Gewiß nicht später, als der Schild zur Abwehr feindlicher Waffenwirkung gebraucht wurde, hat man auch die Körperteile zu schützen gesucht, die im Kampfe zuerst getroffen werden: den Kopf und die Brust. Dazu verwandte man zuerst Tierfelle, eine Fellkappe bedeckte den Kopf. Das griechische, den Helm bedeutende Wort κυνέη heißt Hundefell. Auch die Ägypter haben Fellkappen getragen. Die verbesserten Waffen forderten aber besseren Schutz und umgekehrt. Dieser Wettstreit zwischen Trutz- und Schutzwaffen besteht seit der Urzeit bis zum heutigen Tage und war allzeit der wirksame Antrieb, in der Verbesserung der bestehenden oder Erfindung neuerer Waffen hüben und drüben nie zu ruhen.


1211. Hellenische Krieger.

Kappen, Panzerkappen und Panzerhemden aus Leder mit verschieden geformten Schuppen aus Holz, Horn oder Metall, dachziegel- oder fischschuppenförmig besetzt, waren schon in den ältesten geschichtlichen Zeiten im Gebrauch. Die Ägypter trugen schon um 1000, die Assyrer, Parther, Perser schon um 750 v. Chr. solche Metallschuppenpanzer, die bei Speerbewaffneten Hals und Oberarm und die Beine bis zu den Knöcheln bedeckten; die Griechen zu Homerischer Zeit hatten Brust- und Rückenpanzer aus Bronze je aus einem Stück, beide mittels Riemen oder Scharniere zusammengehalten. Da er die Bewegungen im Kampf erschwerte, wurde er in Schienen zerlegt, die man mit Riemen verband. Die Unterschenkel wurden von Beinschienen geschützt. Die römische Lorica, ein Schuppenpanzer, reichte von den Schultern bis über die Hüften (s. Abb. 1197). Zur Kaiserzeit trugen die Legionssoldaten eine Lorica aus Stahlbändern (s. Abb. 1212), welche um Schultern und Taille gelegt, auf dem Lederhemd befestigt, jeder Körperbiegung nachgaben. Heerführer, Konsuln u. s. w. trugen aus Eisenblech kunstvoll getriebene und verzierte, häufig vergoldete Panzer.

Die deutschen und fränkischen Ritter trugen im 8. Jahrhundert ärmellose Panzerjacken aus gepolsterter Leinwand oder Leder mit aufgenähten eisernen Ringen, Ketten oder Platten, oder mit Lederstreifen und dickköpfigen Nägeln gitterförmig besetzt, Brünne oder Haubert genannt. Etwa im 10. Jahrhundert kam der Ringelpanzer, aus geschmiedeten und genieteten Drahtringen zusammengesetzt, in Gebrauch, der nach Erfindung des Drahtziehens (1306 in Nürnberg) allgemein wurde, aber seiner geringen Hieb- und Stichfestig-

keit wegen, als man Ende des 13. Jahrhunderts begann, Arme und Beine mit Platten aus Stahl zu bedecken, durch die schutzsicherere Plattenrüstung verdrängt wurde. Um 1360 war die Blechhülle des Ritters, die ihn vom Kopf bis zu den Fußspitzen schützte, vollendet. In ähnlicher Weise war das Roß des Ritters in einen Panzer gehüllt. Aber es war die letzte Pracht einer Blüte, die nur allzuschnell ihrem Verwelken entgegeneilte. Es war ein letztes Aufraffen der Kraft zum äußersten Widerstande gegen den andrängenden Feind, den die neue Zeit entstehen ließ, der seine teuflische Macht aus dem unheimlichen Staubgemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle schöpfte, dessen Feuer mit solcher Gewalt die Kugel aus dem Rohre forttrieb, daß sie auch den stärksten Panzer durchschlug. Da half kein Auflehnen, kein Widerstreben mehr, der Geist der neuen Zeit übernahm die Herrschaft auf den Schlachtfeldern. Merkwürdig genug ist es, daß ein Rest jener Ritterrüstung sich bis in unsere Tage hinüber zu retten vermochte; wir meinen den Küraß der Reiterart, die nach ihm ihren Namen führt, der Kürassiere. Aber auch dieser romantische Rest einer Erinnerung an längst vergangene Zeiten hat dem neuen Geist unserer Zeit weichen müssen.

Bevor wir aber in jene neue Zeit eintreten, sei des Gewerbes oder der Kunst gedacht, aus deren Werkstätten die Waffen hervorgingen, mit denen wir uns bisher beschäftigt haben.


1212. Römischer Krieger in der lorica segmentata.

Die Waffenschmiedekunst.

Im Orient hat die Anfertigung von Waffen schon frühzeitig einen hohen Grad von Vollendung erreicht; man war dort geübt im Niellieren, Tauschieren, Inkrustrieren und besonders in der Herstellung des Damaststahles. Damast heißt Blümung und bezeichnet das flammenförmig oder in bogen- oder spiralförmigen Linien gestreifte Aussehen des Stahls an seiner Oberfläche, welches durch Ätzung mittels Säuren hervorgerufen wird. Stahl unterscheidet sich bekanntlich von Eisen durch seine Härtbarkeit, die durch einen gewissen Kohlenstoffgehalt des Eisens bedingt ist; denn Stahl ist nichts weiter als eine Legierung von Eisen und Kohlenstoff. Weiches Schmiedeeisen enthält nur Spuren von Kohlenstoff und ist überhaupt nicht härtbar. Mit dem Kohlenstoffgehalt (bis 1,5 %) steigt die Härtungsfähigkeit, aber auch gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit gegen den Angriff von Säuren. Sind daher in einem Schmiedestück Eisensorten von verschiedenem Kohlenstoffgehalt gemengt, so werden dieselben um so tiefer von Säuren ausgeätzt, je weniger Kohlenstoff sie enthalten, und erscheinen auch um so tiefer grau, während der Stahl um so weißer aussieht, je härter er ist. Die Erfindung des Damaststahles, die vermutlich aus Persien stammt, aber später in Damaskus zu hoher Blüte entwickelt wurde, ist wahrscheinlich dem Zufall zu danken. In alter Zeit, als das Eisen noch ein kostbares, nicht leicht zu gewinnendes Metall war, wurden die Stücke von allerlei zerbrochenen Gegenständen aus Eisen, namentlich Nägel, Hufeisen u. s. w., zusammengeschweißt, um daraus Säbelklingen herzustellen. Die verschieden harten Eisensorten von verschiedenem Kohlenstoffgehalt blieben nach dem Abschleifen der Klingen dem geübten Auge an der Färbung erkennbar und machten sich noch schärfer kenntlich, als die Klinge, vielleicht durch Zufall, von Fruchtsäuren angeätzt wurde. Daraus hat sich dann die gewerbmäßige Herstellung damascierter Waffen entwickelt, die noch heute im Orient in Blüte steht, aber dessen Geheimnisse uns auch heute noch nicht genau bekannt sind. Das erste Aufblühen dieses Gewerbes entstand in den großen Waffenfabriken, die Diocletian (römischer Kaiser von 284—305) in Damaskus anlegen ließ. Die äußerst gründliche und sorgfältige Bearbeitung des Eisens, welche das Damascieren bedingt, macht es begreiflich, daß die

Damascener Klingen und später auch Gewehrläufe sich durch vorzügliche Zähigkeit und Härte, die bei den Säbelklingen in der Schneidigkeit, bei den Gewehrläufen durch große Widerstandsfähigkeit gegen den Druck der Pulvergase bei starken Ladungen zur Geltung kamen, vor allen anderen Waffen auszeichneten. Von Damaskus hat sich die Herstellung damascierter Waffen auf weitere Städte Arabiens und Kleinasiens verbreitet. Auch der Ruhm der Toledoklingen reicht in die Maurenherrschaft in Spanien zurück. Noch heute werden in Spanien, in Frankreich, besonders in Belgien, von der Hausindustrie damascierte Gewehrläufe für Jagd- und Luxuswaffen angefertigt. Natürlich werden dazu nicht mehr beliebige Abfallstücke, sondern ganz bestimmte Eisen- und Stahlsorten verwendet, die in Stäben abwechselnd zusammengeschweißt und zu Stäben ausgeschmiedet, dann in Stücke zerbrochen und wieder zusammengeschweißt, auch wohl vor dem Schweißen noch schraubenförmig gedreht werden, bevor aus ihnen die Platine ausgeschmiedet wird, aus deren Zusammenschweißen über einen Dorn endlich der Gewehrlauf entsteht. Eine Berechtigung hat diese Herstellungsweise nur noch für Liebhaberzwecke, für Kriegswaffen besitzen wir heute im Tiegelgußstahl einen Werkstoff von so vorzüglicher Güte, daß auch der Damascener Stahl hinter ihm zurückbleibt.

Die **Tauschierkunst**, unter welcher das Einlegen von Gold- und Silberverzierungen in Stahl, Eisen und Bronze verstanden wird, scheint erst im 11. Jahrhundert n. Chr. aus Indien, wo die Metallindustrie besonders im Pandschab frühzeitig eine hohe Entwickelungsstufe erreichte, nach Damaskus, Aleppo und Ägypten und durch die Kreuzfahrer nach Italien, Spanien und Deutschland gebracht worden zu sein, gelangte aber erst im 15. Jahrhundert besonders in Venedig, Mailand, Salzburg und Augsburg zu hoher Blüte.

Die Waffenschmiede Italiens und Deutschlands standen in besonders hohem Ansehen wegen ihrer Anfertigung von Schutzwaffen und Rüstungen, während in Spanien, namentlich in Toledo, Cordova, Valencia, Valladolid, Sevilla, Badajoz, Saragossa u. a. O. die besten Klingen hergestellt wurden. Das Gewerbe der Waffenschmiede war in jener kampfesfreudigen Zeit, wie sich denken läßt, in großartiger Weise, den heutigen Waffenfabriken ähnlich, entwickelt, denn nach der Schlacht von Macalo (1427) konnten die Waffenschmiede Mailands in wenigen Tagen die Waffen und Rüstungen für 4000 Reiter und 2000 Fußsoldaten liefern.

Die Kunst der Plattner, das Anfertigen der Plattenharnische, erlangte den höchsten Grad der Vollendung in Deutschland. Durch ihre Leistungen hervorragende Werkstätten befanden sich in München (Gemlich und Wilh. Seusenhofer), Innsbruck (Jörg Seusenhofer), Augsburg (Kollmann, Pfefferhauser), Nürnberg (Joh. Hauer) u. a. O. Rüstungen aus diesen Werkstätten wurden oft nach Zeichnungen berühmter zeitgenössischer Künstler, aber auch der Meister selbst, die nicht selten, wie Kollmann und die Seusenhofer hierin Bedeutendes leisteten, angefertigt. Aus Kollmanns Werkstatt ist wahrscheinlich der berühmte Harnisch für Reiter und Roß, ein Prunkstück des Dresdener Museums, hervorgegangen, das dem Meister mit 42 000 Mark bezahlt worden ist.

Jörg Seusenhofer in Innsbruck war Waffenschmied und Waffenmeister Ferdinands I., in dessen Auftrag er einen zum Geschenk für Franz I. von Frankreich bestimmten, aber nicht abgesandten Harnisch anfertigte. Es ist derselbe Harnisch, den Napoleon I. aus der Ambraser Sammlung in Wien fortnahm und in feierlicher Sitzung der Akademie in Paris als die Rüstung Franz' I. erklärte. Die Rüstung befindet sich im Louvre.

Zu jener Zeit hatte aber schon eine verwandte Zunft, die der Büchsenschmiede, in deren Werkstätten die Feuerwaffen angefertigt wurden, festen Fuß gefaßt. Und je mehr ihre Technik aufstieg und die Geschosse der Feuerwaffen an Durchschlagskraft und Tragweite gewannen, um so mehr ging die edle Kunst der Waffenschmiede zurück. Wie diese aber in keinem anderen Lande zu einer höheren Stufe der Entwickelung aufstieg als in Deutschland, so sind auch die deutschen Büchsenschmiede zu Künstlern geworden, die auf dem neuen Gebiete der Waffentechnik wiederum wie jene die höchste Stufe erreichten. Ihre Handfeuerwaffen und Geschütze wurden in allen Ländern der Welt zu den besten gezählt. So ist es geblieben bis auf den heutigen Tag.

Schon im 16. Jahrhundert standen die Waffenfabriken Suhls in hoher Blüte, und die Solinger Klingenschmieden reichen bis ins 12. Jahrhundert hinauf. Die Solinger Schwertfeger erfreuten sich eines Weltrufes. Es sind gegen 400 Namen derselben bekannt, von denen unter den heutigen Firmen der Klingenfabriken noch mehrere vertreten sind, die seit Jahrhunderten zu den angesehensten Schwertfegern zählten. Auch in Köln soll die Klingenschmiederei schon früh betrieben worden sein. Die hanseatischen Kaufleute Kölns werden es sich haben angelegen sein lassen, das Gewerbe der Klingenschmiede dort wie in den Bergischen und Märkischen Landen zu fördern, da die Klingen überall guten Absatz fanden und deshalb einen einträglichen Handelsartikel für sie bildeten. In Nürnberg bestand bereits 1285 eine Schwertfegerzunft und aus dem Jahre 1310 stammen Nachrichten von den Solinger Schleifmühlen. Auch in Passau, Regensburg und Nördlingen wurde die Klingenschmiederei betrieben.

Die Feuerwaffen.

Man pflegt die Erfindung des Schießpulvers als gleichbedeutend mit der Erfindung der Feuerwaffen anzusehen, obgleich das Pulver an sich ohne Rücksicht auf seine Verwendung sehr wohl schon früher bekannt und zu irgend welchen anderen Zwecken in Gebrauch gewesen sein kann und wahrscheinlich auch gewesen ist. Wenn wir aber vom Schießpulver sprechen, so verbinden wir damit die Voraussetzung seiner Verwendung zum Forttreiben von Geschossen aus Rohren, die an einem Ende geschlossen sind. Das Feuer lebhaft brennender, dem Schießpulver ähnlicher Mischungen als Waffe im Kriege ist denn auch schon seit dem Altertum als Feuerlanze, Rakete, Feuerpfeil u. s. w., später auch in Mischungen aus Kohle, Schwefel und Salpeter in Pulverform zum Hinaustreiben von Brandkugeln aus Rohren in Gebrauch gewesen. Es hat daher ein wirklicher Unterschied zwischen der Verwendung des Feuers als Waffe und von Feuerwaffen bestanden. Der Übergang von jener zu dieser Gebrauchsweise war unzweifelhaft ein Fortschritt von größter Bedeutung. Wenn nun auch die Kenntnis von der Herstellung des Schießpulvers aus dem Morgenlande zu uns kam und der arabische Medfaa als die Urform der Feuerwaffen gelten mag, so ist es doch nicht zweifelhaft, daß das Feuerrohr im Gebrauch als Schußwaffe in Deutschland seine Heimat hat. Es hat in Deutschland seine erste Entwickelung und Ausgestaltung erhalten, wozu die für damalige Zeit (Anfang des 14. Jahrhunderts) sehr hohe Stufe der Eisentechnik, sowohl was die Gewinnung und Verhüttung der Eisenerze, als die Bearbeitung des Eisens in West- und Süddeutschland betrifft, fördernd beigetragen haben mag. Noch heute vorhandene ausgedehnte Schlackenhalden und Pingenzüge im Bergischen, im Siegerlande und dem Herzogtum Westfalen beweisen, daß Bergbau und Hüttenwesen in diesen Ländern schon in der frühesten Kulturzeit betrieben worden sind.

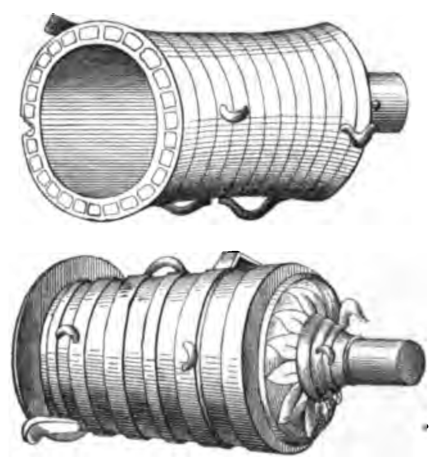
Wann der Übergang vom Feuer als Waffe zur Feuerwaffe stattfand, ist schwer nachzuweisen, zumal häufige Irrtümer die Spuren verwischen. Denn der Gebrauch von Feuerwerkskörpern aus den alten Wurfzeugen hat diese häufig als Feuerwaffen erscheinen lassen. Außerdem ist der Gebrauch der Feuerwaffen lange Zeit vom Adel und den Geistlichen, von Dichtern und Denkern als heimtückisch und verächtlich, als gotteslästerlich und teuflisch, als unwürdig gesitteter Völker bekämpft worden. Der Mensch maße sich an, den Blitz zu erzeugen und zu gebrauchen, was Gott allein zukommt — so wurde gesagt. Der Name des Erfinders wurde kirchlich verflucht und verdammt, deshalb soll, der Sage nach, Berthold Schwarz, als der angebliche Erfinder, auch öffentlich verbrannt worden sein. — Wir dürfen uns über diesen Eifer der Abwehr nicht wundern, denn der Torpedo wurde in gleicher Weise von Staatsmännern und Admiralen als eine nichtswürdige, verächtliche und unritterliche Waffe bezeichnet und zurückgewiesen, und das geschah im aufgeklärten 19. Jahrhundert! — Jene gereizte Stimmung gegen die Artillerie hat sich lange erhalten. Die alten Büchsenmeister und Artilleristen hüteten sorgsam ihre Kunst vor fremdem Einblick. In Geheimniskrämerei und Aberglauben zeigte der alte Artillerist sich ganz als der mit Recht weit verschrieene Alchimist; in Sprache, Denkweise und

Zunftstolz durchaus Handwerksmann, brauchte es langer Zeit, um den Büchsenmeister und Feuerwerker zum Krieger zu erziehen, in einen wirklichen Soldaten umzuwandeln. Anklänge an das alte Zunftmäßige, „die schwarze Zunft“, haben sich nicht nur bei der Artillerie und im Heere, sondern auch im Volke bis in unsere Tage erhalten. Erst die großen Kriege, in denen die Einigung Deutschlands erkämpft wurde, haben die alte Sonderstellung der Artillerie im Heere nicht ohne Kampf beseitigen helfen und endlich dazu geführt, daß die Artillerie gleich berechtigt und gleich verpflichtet als die dritte Waffe im Heere neben die Infanterie und Reiterei gestellt wurde.

Die Geschütze.

Die Geschütze der früheren Zeit.

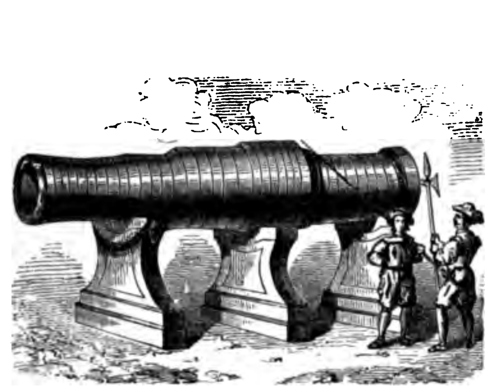
Es ist begreiflich, daß anfänglich ein Unterschied nach der Größe der Feuerrohre in Geschütze und Handfeuerwaffen, wie er heute gebräuchlich und selbstverständlich ist, nicht gemacht wurde und auch nicht bestand. Es waren im allgemeinen Handrohre, aus denen man Bleikugeln wie aus der Armbrust schoß. Aber es lag nahe, die furchtbare Gewalt des Schießpulvers nicht nur zum Durchschlagen der Ritterrüstung, sondern auch zum Niederwerfen der Mauern von Burgen und Städten sich nutzbar und dienstbar zu machen, wozu selbstredend sehr viel größere, weitere Rohre, die mächtige Steine fortschleudern konnten, nötig waren. Da sie geschmiedet werden mußten, war der technische Fortschritt nicht gering. Hieraus erklärt es sich, daß die ersten Geschützrohre aus Längsstäben mit darüber geschobenen Ringen, wie ein Faß aus Dauben und Reifen, hergestellt wurden. Der in die Stäbe zum Abschluß der Seele eingesetzte Boden wurde hier auf verschiedene Weise festgehalten. Daß die Längsstäbe, welche die Seele des Rohrs bildeten, zusammengeschweißt worden seien, wie vielfach behauptet wird, ist nicht wahrscheinlich, weil es bei den großen Rohren mit den damaligen Hilfsmitteln kaum ausführbar gewesen wäre, zumal nicht so, daß die Kanten der Stäbe nicht verhämmert wurden; sie lassen sich vielmehr bei vielen Rohren noch heute ganz scharf verfolgen. Das Schweißen war aber auch gar nicht erforderlich, denn die Ringe hielten selbst das ungeschweißte Stabrohr unwandelbar fest zusammen. Anfänglich erweiterten sich die Rohre nach der Mündung zu, um die Ringe vom Boden her bequem und fest auftreiben zu können. Später erhielt die Seele, der besseren Geschoßführung wegen, cylindrische Gestalt. Ihre Ringe wurden wahrscheinlich warm aufgeschoben und dann abgekühlt, hierbei verengten sie sich und preßten sich besser auf das Rohr, als es auf mechanische Weise erreichbar war. Der feste und saubere Aufbau solcher auf uns gekommener Rohre läßt darauf schließen, daß den alten Büchsenschmieden das Aufschrinken der Ringe, ein Verfahren, dem wir die ungeheure Kraftentwickelung unserer heutigen Geschütze zu danken haben, wohl bekannt war. Auf solche Weise sind nicht nur die alten Wurfkessel, die 60 kg schwere Steinkugeln mit 20 kg Pulver 1500 Schritt weit warfen, sondern auch die Riesengeschütze jener Zeit hergestellt worden, von denen die 1382 geschmiedete „Dulle Griete“ von Gent, die noch heute auf dem Freitagsmarkt in Gent steht, 328 Ztr. wiegt und 64 cm Seelenweite hat. Ein ganz ähnliches, auch aus jener Zeit stammendes Geschützrohr ist die Mons Meg, die noch heute in Edinburg steht.



1318. Deutscher Riesenmörser. 14. Jahrh.

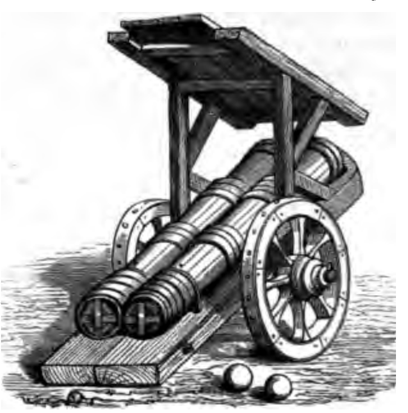
Da das Schießpulver damals staubförmig war, so mußte es von der Mündung aus zu Boden in das Rohr eingebracht werden. Daher waren die ersten Rohre kurze Wurfkessel oder Mörser. Bald erkannte man den Vorteil längerer Rohre für besseres Treffen

durch die sicherere Geschoßführung und verlängerte die Rohre nach vorn. Für den Ladungsraum behielt man die alte Bezeichnung bei, den vorderen aber nannte man wie die Baßpfeifen der Orgel, **Bumhart**, woraus in Italien „Bombarda“ wurde. Dieser Name kam dann wieder nach Deutschland zurück, wo man die weiteren Rohre mit verengtem



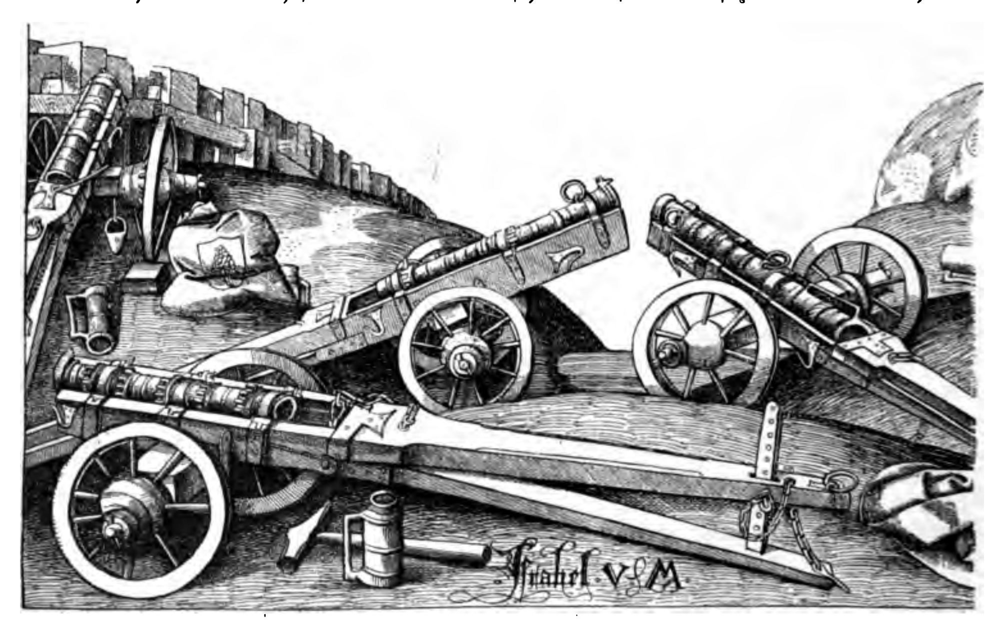


1214. Die „tolle Grete“ in Gent.



1215. Doppelbombarde mit Dach. Ende des 14. Jahrh.

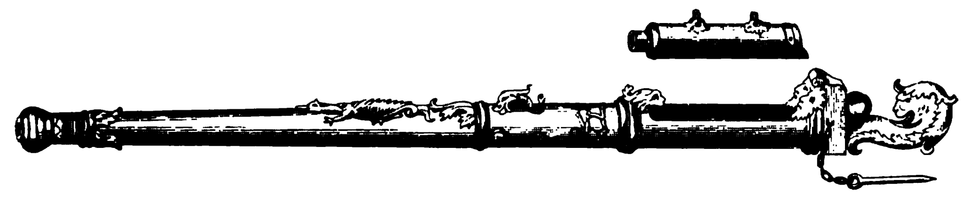
Pulversack und später auch weite und kurze Rohre „Bombarden“ nannte. Da aber längere Rohre kleinen Kalibers von der Mündung aus schwer zu laden waren, so richtete man sie zur Hinterladung ein, indem man eine die Pulverladung enthaltende Kammer entweder hinter das Rohr, oder in einen Ausschnitt desselben einsetzte und mittels hinter



1216. Kammerstücke aus dem 15. Jahrh. Nach Israel von Meckenen.

derselben eingetriebenen Keiles gegen die hintere Mündung der Seele preßte, um das Durchschlagen der Pulverflamme möglichst zu vermindern, weshalb solche Geschütze, der angewendeten Keile wegen, auch Keilstücke hießen. Abb. 1216 zeigt ein **Kammerstück** aus dem 15. und Abb. 1217 ein solches aus dem 16. Jahrhundert. Die Rohre hatten damals noch keine Schildzapfen, die schweren Belagerungskanonen lagen deshalb auf der Erde

in zubereiteten Lagern mit dem Boden gegen eine Verpfählung aus schweren Balken, welche den Rückstoß auffing. Die leichteren Rohre lagen auf zweirädrigen Karren, in trogartigen Laden (s. Abb. 1216 und 1218) oder Bänken, die dann auch mit Einrichtung zum Heben und Senken des Bodenstückes für die Höhenrichtung, mit Richthörnern (s. Abb. 1219), oder dergl. versehen wurden, um die Schußweite bei derselben Ladung zu regeln. Schon Ende des 15. Jahrhunderts wurde hierzu eine stehende Schraube, die erste Form der Schraubenrichtmaschine, verwendet. Schildzapfen kamen erst gegen Ende des 15. Jahrhunderts in Gebrauch, anfänglich nur zu dem Zweck, das Drehen des Rohres in seiner Lade zu verhindern, erst später zum Auffangen des Rückstoßes und als Drehachse für das Rohr beim Richten. Gleichzeitig fand man, daß das Hemmen des Geschützes



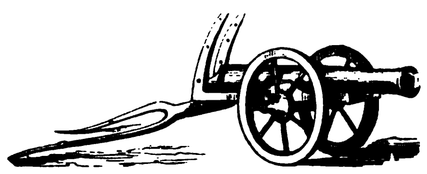
1217. Kammerstück aus dem 16. Jahrh.

beim Schießen, um dasselbe so festzuhalten, daß der Rückstoß keinerlei Rücklauf bewirken könne, nicht notwendig sei, daß im Gegenteil der Rücklauf für die Schonung der Lafette förderlich war.

Als Geschosse dienten vorzugsweise Steinkugeln, die teils mitgenommen, teils erst am Gebrauchsort von Steinmetzen hergestellt wurden. Aber es kommen auch schon in der frühesten Zeit eiserne Kugeln vor, die jedoch ihres teueren Preises wegen nur beschränkten Gebrauch fanden, meist glühend verschossen wurden, was schon in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts geschah. Schon von den Wurfmaschinen wurden glühende Eisenkugeln geschleudert, z. B. 1280 gegen Trient. In Florenz wurden schon 1326 geschmiedete Kugeln verwendet und in Augsburg 1378 eiserne Kugeln gegossen.



1218. Burgundische Serpentine aus der Artillerie Karls des Kühnen.



1219. Alte schweizerische Gebirgskanone.

Die schwierige Herstellung der Rohre aus Schmiedeeisen hat schon früh dem Bronzeguß zugeführt. In Augsburg wurden 1378 bereits 20 Bronzegeschütze gegossen, und schon Anfang des 15. Jahrhunderts hatte die Geschützbronze dieselbe Mischung, die erst in neuerer Zeit wieder als die beste erkannt und verwendet worden ist, nämlich 92 Teile Kupfer und 8 Teile Zinn. Anfänglich wurden die Rohre in Lehmformen über einen Kern aus gebranntem Thon gegossen. Die Beobachtung, daß infolge Saigerung am Kern, also an der Seelenwand sich eine zinnreichere und deshalb weichere Bronze ablagert, war für die deutschen Stückgießer, die im Waffenwesen schnell, anderen Ländern voran, fortschritten, die Veranlassung, die Bronzerohre voll zu gießen und mittels Bohrmaschine auszubohren. Eine Bilderhandschrift des Germanischen Museums in Nürnberg „Buch von der Büchsenmeisterei“ aus der Mitte des 15. Jahrhunderts enthält mehrere Zeichnungen solcher Bohrmaschinen. Der Hochmeister des Deutschen Ordens Konrad v. Jungingen ließ 1401 sich den Stückgießer Fränzel aus Augsburg kommen, um sich von ihm in Marienburg eine Kanonengießerei anlegen zu lassen, deren damals in Augsburg und Nürnberg schon mehrere bestanden.

Obgleich gegen Ende des 14. Jahrhunderts in Thüringen (Erfurt), Oberschlesien, wie in den Niederlanden begonnen wurde, Geschützrohre aus dem billigen Eisen zu gießen, hat sich doch, wohl wegen der großen Brüchigkeit des Eisens und der dadurch bedingten Gefahr des leichten Zerspringens solcher Rohre, der Bronzeguß schneller entwickelt und verbreitet. Dazu hat auch die leichtere Bearbeitung der Bronze behufs Ausschmückung der Geschützrohre beigetragen. Der deutschen Denkweise über Waffen entsprach es, die Geschütze zu individualisieren, ihnen Eigennamen zu geben und sie mit allerlei Schmuck und Zierat, sowie mit Inschriften und Denksprüchen zu versehen, die nicht geringe kulturgeschichtliche Bedeutung haben. Sie erhielten nicht nur die Namen von Personen, wie z. B. David, Goliath, Elsa, Ursel, Helena, Merkur, Bachus, Störtebecker, Hans Nostiz u. s. w., und von Tieren, z. B. Bär, Lerche, Eule, Gans u. s. w., sondern auch abstrakte Begriffe, wie Unverdrossen, Weckauf, Machefried u. s. w.

Ein Rohr der Stadt Lübeck von 1565 trägt die Inschrift:

De brummende Bär bin ick genannt,
Tho erholden min erbar Vaderland.
Scharpe Kugeln do ick scheten:
Lübsch Brunstrat let mi geten.

Ein Rohr, auf dem ein Wolf mit einem Schaf im Maule abgebildet ist:

Her Eisegrei bin ick genant,
Ich werf nider maver vnd wandt. (1660.)

Auf einem bremischen Rohr steht:

Ik hete de Kukuk,
Den myn ey drucket,
Den geit de buk ut. (1539.)

Oder:

Wann ich Hahn kräh uf Hohentwiel,
Mach ich dem Feind der Unruh viel.
Wann mein geschrey thut erschallen,
Thun viel derselben zu Boden fallen.

Auf einem Rohr, auf dem ein Bauer mit einem Korb voll Eier abgebildet ist, steht:

Ich bin fürwar ein grober Baur,
Wer frißt mein Ayr,
Es wird im saur.

Groß war die Zahl der Artennamen. Steinbüchsen hießen alle Geschütze, welche Steine schossen, Klotzbüchsen kleinen Kalibers schossen Kugeln aus Eisen und Bronze, und Lotbüchsen, Geschütze kleinsten Kalibers, schossen nur Bleikugeln. Metze und Kanonen waren von großem Kaliber; Mörser, Tummler, Böller oder Gewerfe waren kurz und weit; Haufnitze waren die späteren Haubitzen; Hauptbüchsen, Mauerbrecher oder Bombarden hatten eine verengte Pulverkammer und dienten zum Breschschuß; Kartaunen waren kleine Hauptbüchsen; Schlangen waren sehr lange Rohre, bis zu 40 Kaliber lang, „die gut treffen sollten"; Falken hießen die Schlangen kleinen und Falkonetts die kleinsten Kalibers; schließlich seien noch die Hagel- oder Orgelgeschütze, die Vorläufer unserer heutigen Mitrailleusen, erwähnt.

Das Laden der Geschütze war außerordentlich umständlich, nicht nur, weil das staubförmige Pulver mit der Ladeschaufel zu Boden gebracht werden mußte, sondern auch, weil man den Spielraum zwischen Geschoß und Seelenwand mühsam verstopfte, „damit kein Dunst (Pulvergas) entwich". Diese große Umständlichkeit macht es begreiflich, wenn in der Chronik von Metz aus dem Jahre 1437 von einem Artilleristen gerühmt wird: „Er schoß drei Mal des Tages, wohin er wollte, gebrauchte aber auch magische Kunst. Aus diesem und vielen anderen Gründen mußte er nach Rom ziehen, um von seinen Sünden losgesprochen zu werden". Das Laden wurde etwas erleichtert, als man noch vor Mitte des 15. Jahrhunderts das Pulver zu körnen begann.

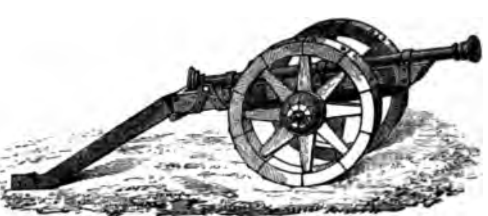
Zwischen Feld-, Festungs- und Belagerungsgeschützen bestand ein sachlicher Unterschied nicht, ein solcher ergab sich lediglich dadurch, daß der Feldgebrauch sich auf die leichten, fahrbaren Geschütze beschränkte. Ein außerordentlicher Fortschritt war es daher, als der geniale pfälzer Büchsenmeister Merz um 1465 die Wandlafette erfand, die er mit

einer Protze als Vorderwagen verband, und dem Geschützrohr Schildzapfen gab, mit denen es auf den Lafettenwänden in Lagern ruhte und sich um dieselben beim Richten drehte. Die Schildzapfen fingen auch den Rückstoß auf und übertrugen ihn auf die Lafette. Das war einer der größten Fortschritte im Geschützwesen, mit dem erst die Entwickelung der Feldartillerie beginnt. Die Richtschraube wurde, angeblich von einem Jesuitenpater, Mitte des 17. Jahrhunderts erfunden, der damit der Artillerie einen großen Dienst erwiesen hat. Die Abb. 1220—1225 veranschaulichen einige fahrbare Geschütze des 16. und 17. Jahrhunderts.

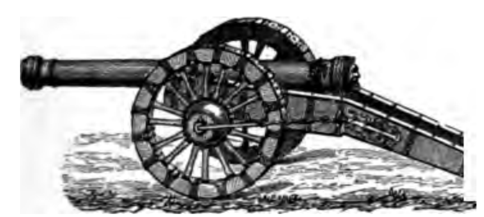
Gustav Adolf von Schweden, dem das Kriegswesen viele fortschrittlichen Anregungen zur Förderung der Beweglichkeit und des leichteren Waffengebrauchs zu danken hat, suchte auch den Gebrauch der Feldkanonen durch Einführung der sogenannten „ledernen



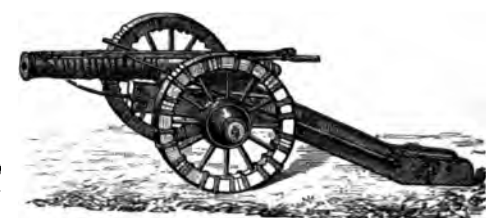
1220. „Basilisk“. Deutsche Siebzigpfünder-Zapfenkanone. 16. Jahrhundert.



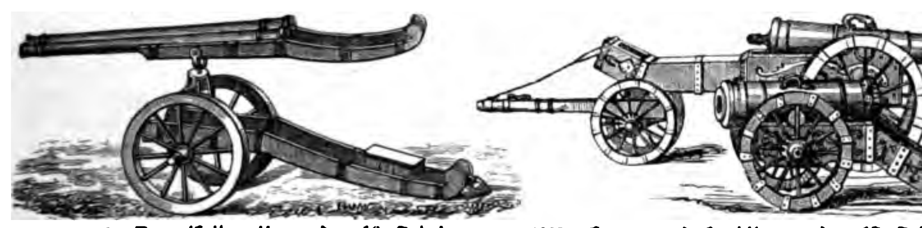
1223. Italienische Kanone aus dem 16. Jahrhundert.



1221. Deutscher Zwölfpfünder aus dem 16. Jahrh.



1224. Französische Kanone aus dem 17. Jahrh.



1222. Doppelfalkonett aus dem 16. Jahrh.

1225. Kanone und Haubitze aus dem 17. Jahrh.

Kanonen“ zu erleichtern. Diese Kanonen bestanden aus einem kupfernen Seelenrohr mit geteerten Hanfsträngen umwunden, mit einem Kitt umgeben und durch flache Eisenstäbe bedeckt, die von einer dicken Umwickelung mit Hanfschnüren zusammengehalten wurden; sie trugen einen Lederüberzug, der den Kanonen den Namen gab. Im Jahre 1626 eingeführt, schieden sie 1631 schon wieder aus, weil sie sich so schnell erhitzten, daß das Pulver beim Einsetzen der Ladung sich entzündete. Eine Vereinfachung der zahllosen Arten und Kaliber von Geschützen wurde durch die Eifersucht der Büchsenmeister, deren jeder seine eigene Art zur Geltung bringen wollte, aufgehalten; nur sehr langsam schritt sie fort. Heinrich II. von Frankreich trat um die Mitte des 16. Jahrhunderts, namentlich aber Lavallière Anfang des 18. Jahrhunderts mit Erfolg dafür ein. Letzterer beschränkte die Kaliber auf 24, 16, 12, 8 und 4pfündige Kanonen, benannt nach dem Gewicht ihrer eisernen Vollkugel. Diese Kanonen waren 22—26 Kaliber lang. In Österreich vereinfachte der Feldzeugmeister Fürst Liechtenstein 1753 die Feldartillerie auf 12, 6 und 3pfündige Kanonen von 16 Kaliber Länge, die Belagerungsartillerie auf 24, 18 und

12pfündige Kanonen und eine Anzahl Mörser. Ähnlich so hatte Friedrich der Große seine Artillerie umgestaltet. In Frankreich verbesserte Gribeauval gegen Ende vorigen Jahrhunderts die Geschütze mit Lafetten und gab ihnen die Einrichtungen, die sie im wesentlichen bis zur Einführung der gezogenen Geschütze behielten.

Die Geschosse. Obgleich eiserne Kugeln bis in die ältesten Zeiten der Feuerwaffen hinaufreichen, sind doch neben ihnen Steinkugeln, besonders aus Mörsern, bis weit in das 17. Jahrhundert hinein im Gebrauch geblieben. Auch Hohlgeschosse kommen vereinzelt, vermutlich mehr als Versuch und Kunststückchen, schon im 14. Jahrhundert vor. Im Jahre 1378 sollen in Augsburg Hohlkugeln gegossen worden sein. Man pflegt Malatesta, Fürst von Rimini, als ihren Erfinder zu bezeichnen, der 1433 kupferne Bomben aus zwei hohlen Halbkugeln herstellte. Aber erst nach 1520 beginnt der allgemeine Gebrauch von Hohlkugeln mit Zündern, sogar mit kleinen Hohlkugeln gefüllt, die alle springen, aber erst dann, wenn der ganze Zünder ausgebrannt ist. Der Gebrauch der Hohlkugeln war überhaupt von der Entwickelung des Zünders abhängig, der die Sprengladung im Geschoß entzünden soll, wenn dasselbe das Ziel erreicht hat; denn darin liegt der ganze Vorteil des Hohlgeschosses vor der Vollkugel, daß es nochmals durch seine Sprengstücke wirkt, nachdem es durch sein Einschlagen in das Ziel der Vollkugel gleich gewirkt hat. Die Entwickelung des Zünders aber ist sehr langsam fortgeschritten und hat nach Einführung der gezogenen Geschütze als eine der schwierigsten Fragen unsere Artilleristen beschäftigt bis auf den heutigen Tag.

Um 1596 hat Sebastian Hälle zuerst die Brennzeit des Zünders nach der Flugzeit des Geschosses geregelt, sogar einen Fall- oder Aufschlagzünder angewendet, der durch den Aufschlag des Geschosses wirksam wurde, d. h. die Sprengladung entzündete. Es war damals Gebrauch, den Zünder, nachdem der Spielraum zwischen Bombe und Seelenwand mit Lehm oder Sand dicht und fest verschmiert oder ausgefüllt war, mit der Lunte zu entzünden und dann das Geschütz abzufeuern; man nannte dies „mit zwei Feuern schießen". Das Schießen „mit einem Feuer", indem man die Bombe so einsetzte, daß der Zünder der Ladung zugekehrt war und von dieser entzündet wurde, ist wiederholt, aber stets mit unglücklichem Erfolg versucht worden, weil der Zünder von den Pulvergasen in die Bombe hineingedrückt wurde und die Sprengladung in derselben schon im Geschütz entzündete. Erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts wurde es versucht und im 18. Jahrhundert nach und nach Gebrauch, derart „mit einem Feuer" zu schießen, daß man die Bombe mit dem Zünder der Mündung zugekehrt in den Mörser legte, den Spielraum offen ließ und durch denselben von der Geschützladung den Zünder entzünden ließ. Der Zünder war eine Holzröhre, deren Höhlung mit Zündersatz vollgeschlagen war.

Der englische Oberst Shrapnel wendete 1803 bei Hohlgeschossen, die mit kleinen Bleikugeln und einer Sprengladung gefüllt waren, säulenförmige Zünder verschiedener Länge an, deren Satzsäule der Flugzeit des Geschosses oder der Schußweite entsprechend so ausgebohrt — tempiert — wurde, daß das Geschoß vor dem Ziele in der Luft zerspringt und den Feind mit den weiterfliegenden Füllkugeln überschüttete. Wenn auch mit Bleikugeln, Eisenstücken u. dgl. gefüllte Hohlgeschosse mit Sprengladung und Zünder schon vor Jahrhunderten in Deutschland verschossen wurden, so gebührt dem Oberst Shrapnel doch das Verdienst, den Grundsatz, das Geschoß vor dem Feinde in der Luft zerspringen zu lassen, zuerst angewendet zu haben. Es setzte allerdings auch schon erhebliche ballistische Kenntnisse, die früheren Zeiten unbekannt waren, sowie das Messen von Flug- und Zünderbrennzeiten voraus; das verkleinert das Verdienst des Erfinders nicht, nach dem heute mit Recht dieses Geschoß „Schrapnel" genannt wird, denn von ihm leitet sich das heutige Hauptgeschoß der Feldartillerie her. Allerdings hat es im Laufe der Zeit eine lange Reihe von Entwickelungsstufen durchlaufen müssen, bis es seine heutige Einrichtung erlangte, aber Shrapnels Leitgedanke, das Geschoß so dünnwandig als möglich zu machen, um für eine möglichst große Anzahl kleiner Kugeln in seiner Höhlung Platz zu gewinnen und die Brennzeit des Zünders so genau als möglich für einen ganz bestimmten Abstand des Sprengpunktes vom Ziel zu bemessen, hat bis heute seine Gültigkeit behalten. Jedoch soll nicht verschwiegen sein, daß seine Übertragung auf

unsere neuzeitlichen Geschütze noch erst die Herstellung sehr feiner Meßgeräte zum Messen der Fluggeschwindigkeit der Geschosse, wie der Brennzeit der Zünder und ganz neuer Zündersysteme notwendig machte.

Seit dem Anfang des 16. Jahrhunderts wurde der Hagel oder die Kartätsche angewendet. Das war ein Geschoß, welches aus einer Anzahl kleinerer Eisenkugeln — Kartätschkugeln — bestand, die in mannigfacher Weise auf einer Holzscheibe mit senkrechter Spille in ihrer Mitte mittels Gips oder Pech, mit Leinwand umhüllt und verschnürt, dann meist noch in Pech getaucht, im 17. Jahrhundert durch eine Büchse aus dünnem Eisenblech zusammengehalten wurden. Fast zwei Jahrhunderte lang war die Kartätsche der Schrecken des Schlachtfeldes und sprichwörtlich im Volksmunde, selbst im Befreiungskriege noch die ultima ratio der Artillerie — und in dem verlustreichen Kriege von 1870/71 hat die gesamte deutsche Feldartillerie etwa 400 Kartätschen verfeuert! Ihre Tage sind gezählt, sie wird heute von vielen Artilleristen nur noch als eine historische Last betrachtet. An ihre Stelle wird das Schrapnel treten, das bisher schon als eine Fernkartätsche anzusehen war und das jetzt auch zum Gebrauch auf nahe Entfernungen eingerichtet ist. Die neu eingeführten Schnellfeuerfeldgeschütze sind nicht mehr mit Kartätschen ausgerüstet.

Fast mehr noch als die Kartätsche sind die Ketten- und Stangenkugeln der Inbegriff des Kriegsschreckens im Volksglauben, weshalb ihrer hier noch gedacht sein soll, obgleich ihr kriegerischer Wert sehr gering war. Die Kettenkugeln waren entweder zwei durch eine Kette verbundene Halbkugeln, die aus einem Geschütz geschossen wurden und mit Vorliebe und dem meisten Erfolg im Seekriege Verwendung fanden, um die Segel und das Tauwerk der feindlichen Schiffe zu zerreißen. Sie fanden aber auch im Belagerungskriege Verwendung; so war die kaiserliche Armee zur Belagerung von Ofen im Jahre 1686 mit 4000 Kettenkugeln versehen. Es wurden aber auch Kettenkugeln in der Weise gebraucht, daß zwei ganze in zwei nebeneinander stehende Geschütze geladene Kugeln durch eine Kette verbunden waren. Die Geschütze wurden dann gleichzeitig abgefeuert, und die Kette sollte alles vernichten, was sie auf ihrem Wege traf. Diese Geschosse nannte man auch Korrespondenzkugeln. Solche durch eine 13 Fuß lange Kette verbundenen Kugeln wurden noch im Jahre 1798 in Portsmouth versucht. Die Stangenkugeln waren ähnlich; es waren zwei Halbkugeln durch eine Stange mit Gelenk derart verbunden, daß sie zusammengeklappt gleich einer Vollkugel in ein Geschütz geladen wurden. Beim Verlassen der Mündung sollten sie auseinanderklappen und so eine verheerende Wirkung ausüben. Beide Geschoßarten wurden noch bis ins 18. Jahrhundert hinein gebraucht, aber ihre Wirkung konnte bei ihrer unberechenbaren Flugbahn nur gering sein.

Während Granaten und Bomben bis dahin nur aus Haubitzen und Mörsern meist gegen verdeckt liegende oder fest eingedeckte Ziele mit schwacher Ladung im hohen Bogen geworfen wurden, versuchte der französische General Paixhans 1825 sie aus den von ihm erfundenen Bombenkanonen mit starker Ladung, besonders zur Bekämpfung der Kriegsschiffe, zu schießen. Er wurde dadurch der eigentliche Urheber der modernen Panzerung von Schiffen, welche nötig wurde, um die Schiffe gegen die furchtbar verheerende Wirkung, die diese Geschosse bei ihrem Zerspringen im Inneren der Schiffe anrichteten, zu schützen.

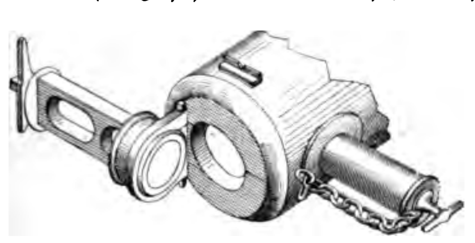
Eine wesentliche Verbesserung erhielt das Mörserfeuer in Preußen durch die 1827 begonnenen Versuche mit exzentrischen, d. h. mit solchen Bomben, deren Höhlungs- und Oberflächenmittelpunkt nicht zusammenfielen, deren Schwerpunkt also seitlich vom Geschoßmittelpunkt lag. Man fand, daß die Herstellung wirklich konzentrischer Geschosse, deren Mittel- und Schwerpunkt zusammenfallen, sehr schwer ist und selten gelingt. Man stellte fest, daß alle Geschosse nach der Seite von der Richtung abweichen, nach welcher der Schwerpunkt liegt. Um diese Abweichungen zu regeln, gab man seit 1831 den Bomben eine bestimmte Exzentrizität und bezeichnete den Leichtpol im Quecksilberbade, so daß man dem Geschoß eine bestimmte Lage im Rohre geben konnte. Nachdem Professor Magnus in Berlin 1852 durch Experiment mittels seines Rotationsapparates den durch die Ge-

schoßdrehung beeinflußten Luftwiderstand als die Ursache dieser Abweichungen nachgewiesen hatte, kamen bei den in Preußen 1861 nach dem Vorbild der französischen Granatkanone (canon l'Empereur) eingeführten glatten kurzen 12 cm Kanone Granaten mit ellipsoidaler Höhlung zur Anwendung, die es ermöglichte, die Flugbahn auf eine gewisse Strecke fast zu einer geraden Linie zu gestalten. Ihr bedauerlicher Mißerfolg auf den böhmischen Schlachtfeldern 1866 neben den gezogenen Kanonen machte diesem Geschütz und allen ähnlichen Versuchen ein schnelles Ende.

Der damals bereits durch die gezogenen Geschütze nachgewiesene Einfluß der Geschoßdrehung führte zu Versuchen mit Langgeschossen aus glatten Kanonen und im Jahre 1853, als bereits die Versuche mit gezogenen Kanonen erheblich fortgeschritten waren, zur Einführung der cylindrischen Turbinengeschosse (nach v. Hartmann), durch welche in der Längenrichtung vier spiralförmige Löcher gingen. Die durch dieselben im Fluge hindurchströmende Luft sollte den Geschossen eine Drehung um ihre Längenachse geben und dadurch ihre Treffwahrscheinlichkeit erhöhen.

Die gezogenen Geschütze.

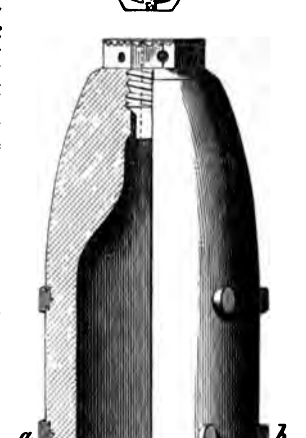
Wohl lag es nahe, das System der Führung von Langgeschossen durch schraubengangartig gewundene Züge in der Seelenwand des Laufes, welches sich bei Gewehren bereits seit Jahrhunderten vorteilhaft bewährt hatte, auch auf die Geschütze zu übertragen, da aber Bleigeschosse den Zweck der Geschütze verfehlen würden, so wollte es nicht gelingen, eine zweckmäßige Führungsweise eiserner Langgeschosse in Geschützen aufzufinden. Reichenbachs Versuch 1816, aus einer gezogenen Kanone von 32 mm Kaliber ein hohles Bleigeschoß zu schießen, in das ein kegelförmiger Holzspiegel beim Abfeuern hineingetrieben wurde, der dadurch das Geschoß erweiterte und in die Züge preßte, war wohl an sich interessant, aber praktisch für größere Geschütze nicht verwertbar. Näher dem Ziele kam die 1826 vom preußischen Major Reiche entworfene gezogene 5 cm Kanone aus Schmiedeeisen mit Hinterladung für eiserne Rundkugeln mit Bleiummantelung. Aber alle jene Versuche bestätigten die im Leben so oft wiederkehrende Erfahrung, daß große, bedeutungsvolle Erfindungen selten ganz unvermittelt ins Leben treten. Oft hat die Idee schon viele, viele Jahre die Geister beschäftigt und zu Versuchen angeregt, bis der Glückliche kommt, der mit Zaubermacht das Geheimnis zu enthüllen weiß und alle Welt in Erstaunen setzt, wie einfach es gelang. So auch hier.

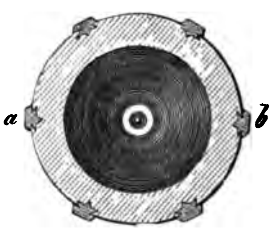


1226. Deutscher Kolbenverschluß.

Der schwedische Baron v. Wahrendorff, Besitzer einer Eisengießerei zu Åker, welche für die meisten europäischen Staaten eiserne Geschützrohre goß, stellte 1840 einen glatten Hinterlader her, um durch sein Laden von hinten die Bedienung des Geschützes in Kasematten zu erleichtern. Aus seinem Verschluß ging mit einigen Abänderungen der Kolbenverschluß der deutschen 9 cm Feldkanone hervor (Abb. 1226), welche die Einigung Deutschlands auf den Schlachtfeldern in Frankreich so ruhmvoll erkämpfen half. 1846 versah Wahrendorff auf Vorschlag des piemontesischen Artilleriekapitäns Cavalli, der bei ihm Geschütze für die sardinische Regierung abnahm, das Geschütz mit zwei gewundenen Zügen und das cylindrische, vorn zugespitzte Geschoß mit zwei in den Zügen gleitenden Führungsflügeln. 1847 setzte Cavalli seine Versuche in Turin fort. Sie waren Veranlassung, daß 1848 in Frankreich ähnliche Versuche aufgenommen wurden, welche im Frühjahr 1858 zur Einführung des französischen Geschützsystems gezogener Vorderlader aus Bronze führte, welches nach dem Vorsitzenden der Versuchskommission, General La Hitte, die Bezeichnung „La Hitte-System" erhielt, obgleich es der verdienstvolle Oberst Treuille de Beaulieu konstruiert hat. Am italienischen Feldzuge 1859 haben bereits 36 Batterien dieser Geschütze mit Erfolg teilgenommen. Frankreich hatte mit der Einstellung dieser

Geschütze einen Vorsprung vor allen anderen Heeren gewonnen und legte so großen Wert auf die Wahrung des Konstruktionsgeheimnisses dieser Geschütze, daß deren Mündungen unter amtlichen Siegeln verschlossen und erst wieder geöffnet wurden, als man die lombardische Tiefebene betrat. Es sind dies dieselben Geschütze, die in den Kämpfen von 1870/71 mit so geringem Erfolge der deutschen Artillerie gegenüberstanden. Die Geschütze hatten sechs Züge mit Linksdrall, in welchen die zinkenen Zapfen a b — ailettes — der Geschosse (Abb. 1227) Führung fanden und die Drehung des Geschosses um seine Längenachse vermittelten. Natürlich bedurften die Geschosse eines Spielraums in der Seele, damit sie von der Mündung aus bis zum Boden hineingeschoben werden konnten. Dieser Spielraum hatte eine schlotternde Geschoßführung zur Folge, die nachteilig auf das Treffen einwirkte. Das war ein großer dem System anhaftender Mangel, der sich auch durch keines der besonders von den Engländern angewandten Mittel zur Abhilfe und zur Abdichtung des Geschoßbodens in der Seele beseitigen ließ und der schließlich das System zu Fall brachte. Es fand aber nicht nur in Frankreich, sondern fast allerwärts Aufnahme, weil die Herstellung eines leicht zu handhabenden dauerhaften und gasdichten Hinterladungsverschlusses angeblich nicht gelingen wollte. Im Grunde genommen war es aber die Scheu vor mechanischen Einrichtungen, die den bisherigen Geschützen ganz fremd waren und deren auch das La Hitte-System nicht bedurfte, weshalb man diesem den Vorzug gab. Frankreich hatte 4- und 12pfündige Feldgeschütze gleicher Einrichtung und größere Kaliber bis zu 27 cm in der Festungs-, Belagerungs- und Schiffsartillerie.





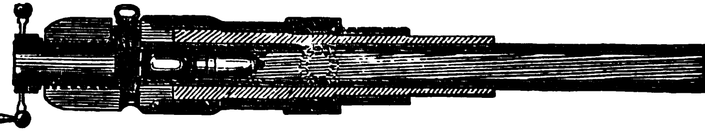
1227. Granate für die französische La Hitte-Kanone. Zünder, Längendurchschnitt und Querdurchschnitt.

In Preußen begannen 1851 die Versuche mit gezogenen Hinterladern, deren Kolbenverschluß dem Wahrendorffschen nachgebildet war und deren Langgeschosse einen Bleimantel trugen, der durch sein Einpressen in die Züge einen gasdichten Abschluß in der Seele und eine feste, sichere Geschoßführung bewirkte. Dieses System wurde durch Kabinettsordre des Prinzregenten, nachmaligen Kaisers Wilhelm I. am 18. Februar 1858 für die Festungsartillerie, deren Kanonen aus Gußeisen gefertigt wurden, und am 7. Mai 1859 für die Feldartillerie eingeführt. Das sind für uns Deutsche denkwürdige Thaten, weil sie uns die Waffen verschafften, mit deren Hilfe wir unsere Siege in Frankreich erkämpft haben; sie haben aber eine noch viel weitergehende Bedeutung erlangt, weil die heutigen Geschützsysteme der ganzen Welt aus jenem preußischen sich herleiten. Wir wollen auch nicht vergessen, wie sich bei diesen Gelegenheiten der klare militärische Blick und der feste Charakter des Prinzen bewährten — zum Heile Deutschlands! Denn er hatte mit einer mächtigen Gegenpartei zu kämpfen, und als man seinem Drängen nachgebend, ihm eine Kabinettsordre zur Unterschrift über die Beschaffung von 100 Stück Gußstahlfeldkanonen vorlegte, änderte er die Zahl 100 in 300!

Die Feldgeschützrohre aus Gußstahl wurden von Krupp gefertigt, dem wir es zu verdanken haben, daß die Versuche so schnell zu einem Abschluß kamen. Wenn wir heute auf den Entwickelungsgang der gezogenen Geschütze in anderen Ländern zurückblicken, welche gezogene Vorderlader aus Bronze einführten, so gewinnen wir die Überzeugung, daß ohne den Kruppschen Gußstahl die Entwickelung unseres Hinterladersystems, wenn nicht unmöglich gewesen, so doch erheblich aufgehalten worden wäre.

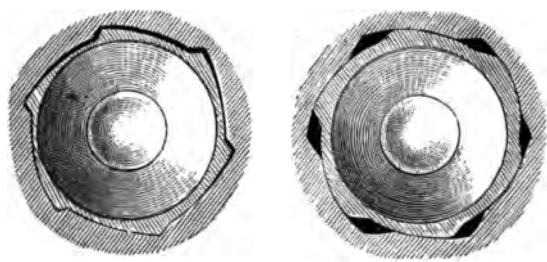
In England war Armstrong bereits 1854 mit einem gezogenen Hinterladungsgeschütz hervorgetreten, welches 1859 in England zur Einführung kam. An diesem Geschützrohr (s. Abb. 1228) sind der Aufbau und die Herstellungsweise ganz neu und

besonders bemerkenswert, weil aus ihnen die **künstliche Metallkonstruktion** sich herleitet, der die heutigen Geschützrohre aller Länder ihre Stärke und Leistungsfähigkeit verdanken. Armstrong wickelte Stäbe aus Schmiedeeisen von trapezförmigem Querschnitt über einen Dorn spiralförmig auf und stellte durch Schweißung und Ausschmieden ein Rohr daraus her. Durch Aneinanderschweißen mehrerer solcher Rohre (coils) wurden das Seelen- und Mantelrohr, in gleicher Weise die Ringe hergestellt, welche auf jene Rohre aufgeschrinkt wurden. Das geschah in der Weise, daß die innen auf einen kleineren Durchmesser, als das zu beringende Rohr, ausgedrehten Ringe zur Rotglut erhitzt wurden, wobei sie sich ausdehnten und nun bequem auf das außen abgedrehte Rohr aufgeschoben werden konnten. Bei ihrem Erkalten zogen sie sich zusammen, wurden aber durch das dickere Innenrohr an dem Erreichen ihrer früheren Weite verhindert und umschlossen nun das Innenrohr mit einem gewissen Druck, der um so größer war, je mehr der Unterschied der Durchmesser, den man das Schrumpfmaß nennt, betrug. Wir werden hierauf nochmals zurückkommen.



1228. Armstrongs gezogenes Hinterladungs-Feldgeschütz. Längenschnitt.

Das Verschlußstück des Armstrongschen Rohres trug an der Vorderfläche einen kegelförmigen Kupferring, der sich gegen die Abkantung der Seele legte und durch die hohle Ladeschraube, durch welche die Ladung eingesetzt werden mußte, fest gegen dieselbe gepreßt wurde. In die Seelenwand des Feldgeschützrohres von 6,36 cm Kaliber waren 38 Züge von sägenförmigem Querschnitt, sogenannte Haarzüge, eingeschnitten. Armstrong fertigte nach diesem System Rohre in 6 Kalibern, 6, 9, 12, 20, 40 und 100 Pfünder, die sich, gegenüber den glatten Kanonen, so durch ihre Trefffähigkeit auszeichnen sollten, daß sie mit Hilfe englischer Ruhmredigkeit bald einen sprichwörtlichen Ruf erlangten. Indessen der mangelhafte Verschluß, die geringe Steifigkeit der Rohre infolge der vielen kurzen Ringe und einige andere Mängel, die sich nicht beseitigen ließen, waren Ursache, daß 1865 dieses System gegen das französische Vorderladungssystem aufgegeben wurde. Das letztere erhielt nach einigen geringfügigen Änderungen die Bezeichnung Woolwichsystem, weil die Königliche Geschützgießerei in Woolwich es einführte. Der Rohrkörper wurde aus weniger Teilen nach der Konstruktion von Fraser aufgebaut.



1229. Geschoß der österreichischen Geschütze des Bogenzugsystems. a in der Mündung. b am Boden des Rohrs.

In **Österreich** wurde 1863 für die Feldartillerie das vom Baron Lenk erfundene Bogenzugsystem angenommen, welches mit der bequemen Vorderladung die nicht schlotternde Geschoßführung verband. Die Grundfläche der 6 Züge (Abb. 1229 a u. b) waren Kreisbogen, deren Mittelpunkte auf einem Kreise lagen, dessen Mittelpunkt in der Seelenachse lag und dessen Radius gleich der Zugtiefe war. Der Zinkmantel des Geschosses hatte dieselbe Form, so daß das Geschoß, wenn man die Ladekanten aneinander brachte, wie in Abb. 1229 a, mit Spielraum zu Boden glitt; dann wurde es mit dem Lader, der über zwei Nasen an der Geschoßspitze griff, nach rechts gedreht, wobei die exzentrischen Bogenflächen sich übereinander schoben, wie in Abb. 1229 b. Nun waren sechs Spielräume an den sechs Ladekanten vorhanden, aber das Geschoß lag fest in seinen Führungsflächen. Die Trefffähigkeit der Geschosse wurde jedoch durch die beiden Nasen an der Geschoßspitze, sowie durch die vorstehenden Leisten des Führungsmantels beeinträchtigt, ein Hauptgrund für das Aufgeben des Systems.

In den **Vereinigten Staaten** von Nordamerika wurde während des Bürgerkrieges ein eigentümliches Geschützsystem nach Parrott eingeführt. Das eiserne, außen

ganz glatte Geschoß trug an seiner Bodenkante einen über dieselbe hinausstehenden Ring aus einer Zinklegierung, welcher durch die Pulvergase ausgedehnt und in die scharfen Haarzüge der Seelenwand eingepreßt werden sollte. Diese Idee ist später von den Engländern übernommen worden, um der Trefffähigkeit ihrer bereits veralteten Vorderlader mit einem Gas-chek aufzuhelfen. Er erfüllte seinen Zweck ebenso schlecht, wie der amerikanische Expansionsring. Die Parrottkanonen waren aus Gußeisen nach dem Rodmanschen Gußverfahren mit einem Stahlreifen über dem Ladungsraum in 6 Kalibern von 7,5—25 cm hergestellt. Trotzdem während des Bürgerkrieges gegen 100 Parrotkanonen zersprangen, sind solche Geschütze noch lange in der Feld- und Schiffsartillerie geblieben.

Geschütz und Panzer. Die verheerende Wirkung der Granaten aus den Paixhansschen Bombenkanonen gegen Kriegsschiffe veranlaßte Napoleon III. bei Ausbruch des Krimkrieges zum Bau schwimmender Panzerbatterien, welche an der Beschießung Kinburns vom 27. Oktober 1855 mit solchem Erfolge teilnahmen, daß am 4. März 1858 in Toulon die erste seegehende Panzerfregatte auf den Stapel gelegt wurde. Dieses Schiff, die „Gloire“, wurde am 24. November 1859 zu Wasser gelassen und bewies, was von vielen bestritten wurde, daß es doch möglich sei, ein seegehendes Panzerschlachtschiff zu bauen. Widerstrebend war England gefolgt, dessen heute noch in der Schiffsliste stehende Panzerfregatte „Warrior“, sein erstes Panzerschiff, am 24. Oktober 1861 von Stapel lief. Die „Gloire“ war mit einem 120, der „Warrior“ mit 114 mm dickem Seitenpanzer aus gewalzten Eisenplatten bekleidet. Diese Panzer boten gegen die 68-Pfünder, die damals die Hauptarmierung der Linienschiffe bildeten, sicheren Schutz. Das bewies der „Monitor“, jenes vielgenannte amerikanische Turmschiff, welches dieser Schiffsart seinen Namen gab, im Kampfe mit der „Merrimac“. Den ihm gleichen „Rolf Krake“, dessen Panzer auch nur 114 mm dick war, suchten die deutschen gezogenen 24-Pfünder (15 cm) mit ihren gußeisernen Granaten vor Düppel 1864 vergeblich zu durchschlagen. Die Artillerie sah sich damit vor die Aufgabe gestellt, Mittel und Wege zu finden, solchen Panzer zu durchschießen. Die Geschosse müssen durch den Panzer hindurchgehen, um innerhalb der Schiffsräume ihre Sprengwirkung zur Geltung zu bringen. Dazu mußten sie nicht nur den Panzer mit größerer Kraft treffen, sondern auch selbst eine solche Festigkeit besitzen, daß sie nicht beim Auftreffen auf die Eisenwand in unzählige wirkungslose Brocken zertrümmerten, wie die Granaten, selbst die Vollgeschosse aus Gußeisen. Wenn anderseits die Kruppschen Stahlgranaten auch nicht zerbrachen, so stauchten sie sich doch infolge ihrer Weichheit zu einem erheblich größeren Durchmesser. Dazu wurde ebenso wie zum Zerbrechen des Geschosses ein wesentlicher Teil seiner lebendigen Kraft verzehrt, welche der Arbeitskraft des Geschosses, die es doch gegen Panzer allein aufwenden soll, verloren geht. Um zu einer größeren Arbeitskraft der Geschosse zu gelangen, vergrößerte man zunächst das Kaliber der Geschütze auf 21 und 24 cm, erreichte aber einen ersten Erfolg erst dann, als es Gruson in Buckau bei Magdeburg 1865 gelang, seinen bereits im Jahre vorher versuchten Hartgußgranaten eine hinreichende Festigkeit zum Durchdringen von Panzern zu geben. Aber der Panzer war inzwischen dicker geworden und widerstand selbst der 24 cm-Granate, wurde dagegen von der 23 cm-Woolwich-Vorderlader-Kanone bei einem Vergleichs-Schießversuch im Jahre 1868 auf dem Schießplatz bei Tegel nahe Berlin glatt durchschlagen. Die Engländer verstanden es, die dadurch bei uns hervorgerufene Krisis zu verschärfen, um geschäftliche Vorteile daraus zu ziehen. Es hing am seidenen Faden, so wäre es ihnen geglückt, sich zu Herren der Lage zu machen und unser noch am Anfang der Entwickelung stehendes Hinterladungssystem durch ihr Vorderladersystem, an dem nicht mehr viel zu verbessern war, zu verdrängen. Und wer vermöchte zu sagen, welche Nachteile daraus für uns entstanden wären, glückte ihnen, was sie beabsichtigten! Unser Retter in der Not war — Krupp. Mit dem in seinem Auftrage von Ritter in Hamm an der Sieg hergestellten prismatischen Pulver — so genannt, weil die Körner ein sechsseitiges Prisma von etwa 25 mm Höhe und 40 mm Durchmesser über Eck bildeten, die 43 g wogen — und seinen Ringrohren aus Gußstahl wurden nicht nur die Panzerplatten bezwungen, sondern auch die Engländer mit ihren Vorderladern für alle Zeiten aussichts-

los auf Rückkehr aus dem Felde geschlagen, so daß die Frage, ob Vorder- oder Hinterlader für uns damit zu gunsten der letzteren ihre endgültige Beantwortung fand.

Krupp hat damals den Weg betreten, auf dem er unbeirrt, trotz mancher im Laufe der Zeit von außen andrängenden Störungen verblieb und bis heute geblieben ist. Aber auch die Anerkennung blieb nicht aus. Im Kriege 1870/71 mußte Frankreich die Erkenntnis vom Minderwert seiner gezogenen Vorderlader-Geschütze mit furchtbaren Opfern bezahlen. Nicht nur auf den Schlachtfeldern, auch bei den vielen Belagerungen von Festungen, an denen Frankreich so reich gesegnet ist, zeigte sich die Überlegenheit des deutschen Geschützsystems. Wenn auch ein Teil der Erfolge unserer Artillerie ihrer besseren Führung zugeschrieben werden muß, so lieferten doch die erfolglosen Beschießungen französischer Festungen wie Toul, Soissons, Peronne u. s. w. mit erbeuteten französischen Geschützen den Beweis, daß ein wesentlicher Anteil an den Erfolgen den besseren deutschen Geschützen zu verdanken ist. Am überzeugendsten ist die Überlegenheit des deutschen Hinterladungssystems dadurch erkannt worden, daß alsbald nach dem Kriege Frankreich und seine Nachahmer sich beeilten, ihre Vorderlader durch Hinterlader zu ersetzen. Es begann ein wahrer Wettlauf unter den europäischen Artillerien in der Herstellung immer besserer Geschütze, als die, die der Nachbar besaß. Daß dabei die Entwickelung des Geschützwesens einen mächtigen Aufschwung nehmen mußte, ist begreiflich. Ganz natürlich ist es auch, daß diejenigen, die sich neue Geschütze beschafften, hierbei die inzwischen selbst gewonnenen Erfahrungen, sowie die Erfahrungen und Fortschritte der Technik sich zu nutze machten und auf diese Weise zu einem besseren Geschütze kamen, als es die deutsche Artillerie in den ruhmbekränzten Gußstahlkanonen des Krieges von 1870/71 besaß. Damit war Deutschland selbstredend auch zu einer Neubewaffnung seiner Feldartillerie gezwungen. Denn welchen Einfluß die bessere Bewaffnung auf den Erfolg im Kampfe hat, das hatte der eben beendete Krieg so überzeugend dargethan, daß keine Volksvertretung es wagte, die Geldmittel für die notwendige Beschaffung vorzuenthalten. Die Notwendigkeit zu einer solchen Neubewaffnung tritt ja dann immer ein, wenn das bestehende Gleichgewicht in der Bewaffnung der Heere benachbarter Großstaaten besonders dann gestört wird, wenn einer oder der andere dieser Nachbarn rachsüchtigen Gemütes ist. Eine solche Störung tritt immer ein, wenn einer der Nachbarn sich mit einer besseren Waffe versorgt. An besseren Waffen fehlt es nie, denn die nimmer rastende Technik schafft unablässig Besseres, als das vorhandene Gute, und so parador es scheinen mag, ist es doch thatsächlich zutreffend, daß ein Geschütz bereits veraltet ist, sobald es dem Heere zum Gebrauch übergeben wird, weil die Technik inzwischen schon wieder fortgeschritten ist, Besseres gefunden und hergestellt hat. Die Bewaffnungsfrage gleicht daher einer Schraube ohne Ende, die sich rastlos dreht.

Im Laufe des dem großen Kriege folgenden Jahrzehnts haben alle europäischen Heere Geschütze erhalten, die sich in ihren Leistungen nahezu das Gleichgewicht halten. Vorzüge des einen werden durch Vorzüge des anderen ausgeglichen, denn eine volle Übereinstimmung ist um deswillen nicht erreichbar, weil nicht nur die Bedingungen, unter denen die Waffen in den einzelnen Ländern zustandekommen, sondern auch die volkstümlichen Anschauungen und Gewohnheiten, die dabei mitsprechen, verschieden sind. So ist z. B. rein technisch betrachtet, der Tiegelgußstahl der edelste Stahl, den nach dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik der Hüttenmann hervorzubringen vermag, er ist damit das denkbar beste Geschützmetall; aber es hat so wenig in Frankreich wie in England, dem eigentlichen Heimatlande des Tiegelgußstahls, gelingen wollen, diesen in hinreichend großen Blöcken von der gleichen Güte herzustellen, wie ihn die Kruppsche Fabrik erzeugt. Man hat deshalb in anderen Ländern zu anderen Stahlsorten, meist zum Martinstahl, in Österreich zur Bronze gegriffen, als es dem General v. Uchatius 1874 gelang, die Bronze durch ein verbessertes Guß- und Bearbeitungsverfahren an Festigkeit und Härte dem Stahl ähnlich zu machen, weshalb sie auch den Namen „Stahlbronze“ erhielt.

Vorausschauend hatte Krupp, während noch die aus seiner Fabrik hervorgegangenen Kanonen auf den Gefechtsfeldern in Frankreich die Reihen des französischen Heeres lichteten, bereits ein verbessertes Feldgeschütz in Versuch genommen. Denn, abgesehen von den

technischen Mängeln des Kolbenverschlusses, war das an sich vortreffliche Feldgeschütz der deutschen Artillerie nicht geeignet, dieser gegenüber dem kommenden Infanteriegewehr kleinen Kalibers von etwa 11 mm, wie das Chassepotgewehr, die notwendige Überlegenheit der Feuerwirkung zu erhalten. Wir bedurften ein Feldgeschütz von größerer Tragweite und Geschoßwirkung, aber nicht von größerem Kaliber, weil das damit steigende Gewicht des Geschützes die Beweglichkeit der Batterien in unzulässiger Weise beschränkt haben würde. Als die Verwaltungsbehörden des deutschen Heeres in die Heimat zurückgekehrt waren und ihre Friedensthätigkeit aufgenommen hatten, konnte Krupp bereits Versuchsgeschütze zur Erprobung zur Verfügung stellen. Aus diesem Versuche ist das deutsche Feldgeschütz, ein leichtes Geschütz für die reitenden und ein schweres für die fahrenden Batterien, jenes den bisherigen 8, letzteres den 9 cm Kanonen entsprechend, hervorgegangen, die bis 1898 die Bewaffnung unserer Feldartillerie bildeten, mit Ausnahme des leichten, welches im Jahre 1888 ausgeschieden und durch ein erleichtertes Geschütz der fahrenden Batterien ersetzt worden ist. Die deutsche Feldartillerie besaß daher ein Einheitsgeschütz. Krupp war zum Mantelrohr übergegangen, dem ein höherer Gasdruck beim Schießen zur Erzielung größerer Schußweiten zugemutet werden durfte. Um eine solche ohne Überanstrengung des Geschützrohres zu ermöglichen, verwendete er ein grobkörniges Pulver von größerer Dichtigkeit, um dadurch die Verbrennungsschnelligkeit der Pulverladung zu vermindern. Das war eine epochemachende Erfindung. Die Geschosse wurden von 2 auf 2 1/2 Kaliber verlängert und dadurch schwerer, erhielten einen aufgelöteten Führungsmantel aus Hartblei (doch sei erwähnt, daß Krupp bei seinen Versuchen bereits Granaten mit Kupferringführung, die heute allgemein eingeführt ist, anwendete). Es waren außerdem Doppelwandgranaten, an deren Stelle später die von Uchatius erfundene Ringgranate trat. An Stelle des Kolbenverschlusses war der Kruppsche Rundkeilverschluß getreten. Noch eine bahnbrechende Erfindung ist damals von Krupp ausgegangen: er stellte die Lafettenwände, die bis dahin überall aus Holz gefertigt wurden, aus Stahlblech her, deren umgebogener Rand durch Pressen oder Stanzen in entsprechender Form hervorgebracht wurde. Er war für die bequeme Handhabung notwendig und gab den Wänden außerdem die erforderliche Steifigkeit. Die Achse fertigte Krupp nach Art der Eisenbahnachsen aus Gußstahl und rund. Diese Neuerungen wurden von allen Artillerien der Welt angenommen und befinden sich noch heute bei allen im Gebrauch.

Das französische Feldgeschütz war bei Ausbruch des Krieges 1870 das schlechteste von allen Feldgeschützen der europäischen Großstaaten, aber es wurde mit dem festen Glauben an seine Vortrefflichkeit ins Feld geführt. Die erstaunlichen Mißerfolge der französischen Artillerie gegenüber den deutschen Hinterladern haben ihn nur allzuschnell erschüttert und einen so durchgreifenden Umschlag der Ansichten herbeigeführt, daß bereits während des Krieges ein vom Oberst de Reffye, der auch die bekannte französische Mitrailleuse konstruiert hat und der damals Direktor der Artillerie-Werkstätten in Meudon war, ein bronzenes Hinterladungsgeschütz von 85 mm Kaliber, nach dem Gewicht seiner Granate „canon de sept“ genannt, hergestellt wurde. Obgleich es dem alten Vorderlader in jeder Beziehung weit überlegen war, mußten ihm, bei der Eile seiner Herstellung und dem Mangel an Zeit für seine Erprobung durch Schießversuche, Mängel anhaften, deren Beseitigung man nach eingetretenem Frieden mit Eifer betrieb, schon aus dem Grunde, weil die Artillerie durch den Verlust der Mehrzahl ihrer Geschütze sozusagen ohne Waffe war. Dem canon de sept trat zunächst ein leichteres canon de cinq zur Seite, beide Geschütze aus Bronze. Nach und nach hatte sich aber doch die Überzeugung Bahn gebrochen, daß die Bronze durch Stahl ersetzt werden müsse. So wurde denn 1875 nach der Konstruktion des Kapitäns Lahitolle ein stählernes Ringrohr von 95 mm Kaliber eingeführt. Nachdem sich dieses Geschütz in den Händen der Truppen befand, machte man sehr bald die Erfahrung, daß es für den Feldgebrauch viel zu schwer war; man kehrte deshalb zu den alten Kalibern zurück und konstruierte nach den Grundsätzen der Kanone von 95 mm ein leichtes Geschütz von 8 und ein schweres von 9 cm Kaliber aus Martinstahl mit Ringen aus Puddelstahl, welche einen Schraubenverschluß mit der Liderung de Bange erhielten. Diese Geschütze wurden 1877 eingeführt und befinden sich noch heute im Gebrauch. Die

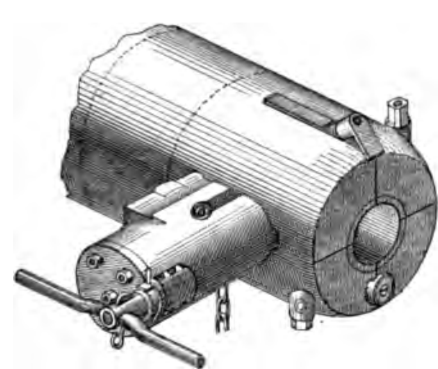
95 mm Kanone bildet das Geschütz schwerer Reservebatterien, die erst im Kriege aufgestellt werden.

In **Österreich** trat 1875 an die Stelle der 1863 eingeführten Vorderlader des Bogenzugsystems ein Geschütz aus Stahlbronze nach der Konstruktion des Generals von Uchatius, für die reitenden und leichten Batterien von 7,5, für die schweren von 8,7 cm Kaliber. Diese Kanonen erhielten einen dem Kruppschen Rundkeilverschluß nachgebildeten Flachkeilverschluß aus Hartbronze. Im Jahre 1890 wurde nach dem Beispiele Deutschlands das leichte Geschütz aufgegeben und die ganze Feldartillerie mit dem schweren Geschütz von 8,7 cm Kaliber bewaffnet.

Italien folgte dem Beispiel Österreichs in der Einführung bronzener Hinterlader, zunächst 1874 von 7,5 und später 1881 von 8,7 cm Kaliber.

Rußland bezog früher seinen Bedarf an Geschützen von Krupp und hat erst, nachdem die Obuchowsche Gußstahlfabrik in Alexandrowsk Mitte der siebziger Jahre in Betrieb kam, in dieser Fabrik ihre Geschütze anfertigen lassen, so daß heute die Feldartillerie sowohl Kruppsche wie Obuchowsche Geschütze führt, das leichte von 8,69, das schwere von 10,67 cm Kaliber.

England raffte sich erst im Jahre 1884 zu dem Entschluß auf, seine Vorderlader-Feldkanonen durch ein zeitgemäßes Hinterladungsgeschütz zu ersetzen, schritt aber damit so langsam fort, daß die alten Geschütze noch bis zum Ende des Jahrzehnts im Gebrauch bleiben mußten. Die 12pfünder Feldkanone von 1884 ist ein Mantelrohr aus Martinstahl und mit französischem Schraubenverschluß, auch dessen Liderung, und hat 7,62 cm Kaliber. Neuerdings ist man dabei, dieses Mantelrohr durch ein Drahtrohr zu ersetzen, auf welches wir noch zurückkommen werden.



1230. Krupps Rundkeilverschluß.

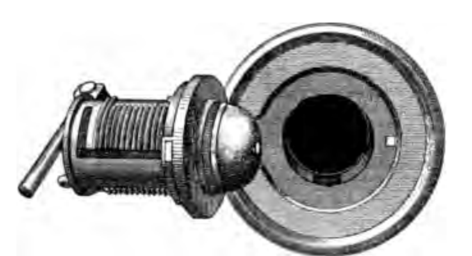
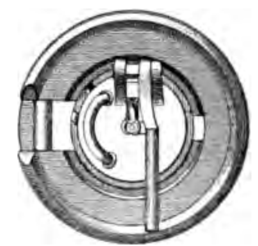
Die Verschlüsse. Der Verschluß ist ein wichtiger Teil des Hinterladungsrohres; der Kolbenverschluß war — unter den Hinterladungsgeschützen der Neuzeit — der älteste; er hatte so mancherlei Mängel, unter denen für die Bedienung des Geschützes das Auseinandergehen der Teile nach verschiedenen Richtungen einer der störendsten war. Im Jahre 1860 wurde von Kreiner in Berlin der **Doppelkeilverschluß** erfunden, der in einem Loch, dem Keilloch, von rechteckigem Querschnitt senkrecht zur Seelenachse im Geschützrohr steckt. Er besteht aus zwei rechtwinkeligen Keilen, die mit ihren Hypothenusenflächen so aufeinanderliegen, daß Vorder- und Hinterfläche parallel laufen, aber ihren Abstand voneinander vergrößern, wenn man die beiden Keilhälften auf ihren Berührungsflächen aufeinander schiebt — und umgekehrt. Darauf beruht die Wirkungsweise des Verschlusses; denn schiebt man den Keil mit Spielraum ins Rohr und zieht den Hinterkeil mittels einer Schraube an, also auf den Vorderkeil hinauf, so wächst der Durchmesser des Keils in der Richtung der Seelenachse, und der Vorderkeil wird gegen die hintere Mündung der Seele gepreßt, diese fest verschließend. Dieser Keilverschluß ist kompliziert und müßte, um für starke Ladungen haltbar zu sein, so groß und schwer gemacht werden, daß er das Rohr schwächen würde.

Krupp konstruierte 1865 seinen aus einem Keilstück bestehenden **Rundkeilverschluß** (Abb. 1230), dessen Vorderfläche gerade ist und senkrecht zur Rohrachse, dessen Hinterfläche cylindrisch ist und schräg zur Rohrachse liegt, wodurch sein Festklemmen im Rohr ermöglicht wird, wenn man ihn in das Keilloch hineinschiebt. Um das Bewegen des Keils bei größeren Kalibern von 21 cm aufwärts zu erleichtern, trägt derselbe oben eine Transportschraube mit sehr steilem flachen Gewinde, welches in eine Halbmutter am Geschützrohr eingreift, so daß der Verschlußkeil beim Öffnen und Schließen des Rohres durch Drehen der Schraube bewegt wird. Den Keilverschluß, der sich durch Einfachheit und Festigkeit auszeichnet, hat Krupp bis heute für seine Geschütze beibehalten. Die Hinterfläche darf

natürlich auch flach statt rund sein, wie z. B. bei Schnelladekanonen. Einen solchen Flachkeilverschluß haben die österreichischen und italienischen Feldgeschütze.

In Frankreich kam der bereits im Jahre 1842 von Treuille de Beaulieu vorgeschlagene Schraubenverschluß mit unterbrochenen Schraubengängen (Abb. 1231) zuerst bei den gußeisernen Marine-Hinterladern (mit Zapfenführung der Geschosse: ein Beispiel davon ist das große Geschütz im Kastanienwäldchen neben dem Zeughause in Berlin; es ist das auf dem Mont Valérien erbeutete Marinegeschütz von 22 cm Kaliber, welches unter dem Kaiserreich den Namen la belle Joséphine führte, der nach dem 4. September in la Valérie umgeändert wurde) zur Anwendung. Seine Wirkungsweise beruht darauf, daß beim Hineinschieben der Verschlußschraube in das Rohr die Gewindeteile derselben in glatten Ausschnitten des Rohres gleiten; durch eine Drehung der Schraube um 60° wird der Verschluß des Rohres hergestellt, weil dann die Gewindeteile ineinandergreifen, wobei das Geschützrohr gewissermaßen die Schraubenmutter bildet. Dieser Verschluß ist in Frankreich und auch in England, als man dort Mitte der achtziger Jahre zur Hinterladung zurückkehrte, ebenso auch in Nordamerika allgemein eingeführt worden, so daß heute sich eigentlich nur noch der Keil- und der Schraubenverschluß gegenüberstehen.

Die Liderung. Die Hinterladung ist, wie bereits erwähnt wurde, keine Erfindung der Neuzeit, es hat vielmehr zu allen Zeiten Hinterlader gegeben, aber sie haben nicht zum allgemeinen Gebrauch kommen können, weil ein gasdichter Abschluß des Seelenbodens am Verschluß nicht gelingen wollte. Der Kolbenverschluß wurde erst brauchbar, als auf Vorschlag Collenbuschs in Sömmerda (Firma Dreyse & Collenbusch) der Preßspanboden, ein flaschenbodenförmiges Näpfchen aus Hanfpappe (Preßspan), zur Anwendung kam.

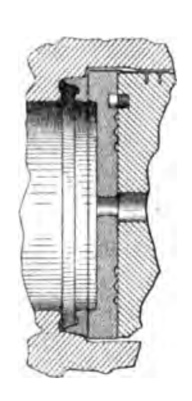



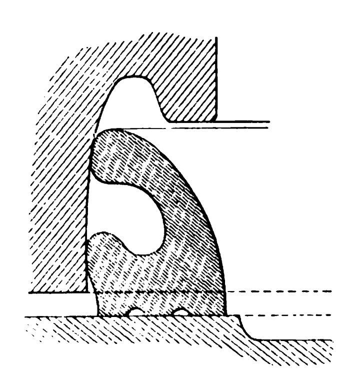
1231. Canets Schraubenverschluß.

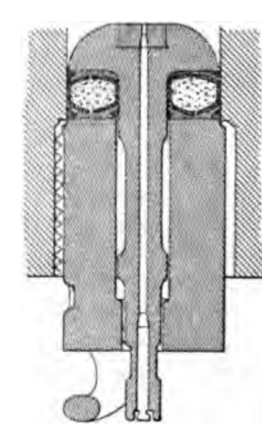
Beim Doppelkeilverschluß trat die Kupferliderung an seine Stelle, das ist ein Ring, dessen Querschnitt ein gleichschenkeliges rechtwinkeliges Dreieck bildet, der in eine Aussenkung der den Seelenboden bildenden Stahlplatte im Verschluß so eingesetzt wird, daß die eine Kathete sich abdichtend gegen das Rohr legt. Die Pulvergase drücken gegen die Hypothenuse und pressen den Ring mit der Dichtungsfläche gegen das Rohr.

Beim Rund- und Flachkeilverschluß mußte die Liderung in das Geschützrohr verlegt werden; es geschah durch den Engländer Broadwell mit dem nach ihm genannten Broadwellring (Abb. 1232) aus Stahl und den Liderungsring C/73 (Abb. 1233), aus Stahl oder Kupfer. Letzterer Ring wurde vom sächsischen Hauptmann Piorkowski konstruiert, weil der Broadwellring an seiner scharfen Dichtungskante leicht verletzlich war. Aber beide Ringe haben sich seit langen Jahren gut bewährt und befinden sich noch heute im Gebrauch. Die Pulvergase drücken den Ring, der in sein Lager im Rohr eingeschliffen ist, nach rückwärts mit seiner Dichtungsfläche, in welche zwei Schmutzrinnen eingedreht sind, gegen die Dichtungsfläche der den Seelenboden bildenden Stahlplatte im Verschluß. — Alle Liderungen erfordern eine sorgfältige Behandlung und Sauberhaltung der Dichtungsflächen, weil sonst Ausbrennungen entstehen, denn die Schmutzansammlungen geben den Pulvergasen den Weg an, wo sie hindurchgehen können; diesen Weg bezeichnen sie durch Ausbrennungen von Metall in den Dichtungsflächen, die bei fortgesetztem Gebrauch schnell an Tiefe und Umfang zunehmen. Die beste Liderung ist daher immer nur ein notwendiges Übel, welches erst in neuerer Zeit durch die Einführung der Metallkartuschhülsen, welche den Gewehrpatronenhülsen ähnlich sind, beseitigt worden ist. Diese Kartuschhülsen bewirken in Geschützen in gleicher Weise den gasdichten Abschluß, wie die Patronenhülsen im Gewehr, sind aber bisher nur bei Schnellladekanonen im Gebrauch.

Der Schraubenverschluß gestattet die Anwendung einer beliebigen Liderungsart. In Deutschland ist er bei den wenigen Geschützen mit Schraubenverschluß (15 cm Mörser) mit dem deutschen Liderungsring verbunden. In Frankreich war früher auf der Vorderfläche der Verschlußschraube eine dem Preßspanboden in der Form ähnliche Schale aus Stahl oder Kupfer angebracht, die elastisch genug war, um durch die Pulvergase ausgedehnt und gegen die Seelenwand des Rohres gepreßt zu werden. Bei den Lahitolle-Kanonen kam die Liderung de Bange (Abb. 1234) zur Anwendung. Sie besteht aus einem ringförmigen Kissen aus 65 Teilen Asbest und 35 Teilen Hammeltalg, welches mittels hydraulischen Drucks verdichtet, in Leinwand gehüllt, zwischen zwei Metallschalen an der Vorderfläche der Verschlußschraube, durch den sogenannten Pilzkopf aus Stahl gehalten wird. Der Schaft des Pilzkopfes geht durch die Verschlußschraube und enthält in seiner Längenachse das Zündloch. Durch den Druck der Pulvergase auf die runde Fläche des Pilzkopfes soll das elastische Kissen zusammengedrückt und nach außen, also gegen die Seelenwand, gepreßt werden und dadurch den gasdichten Abschluß herstellen. Nach dem Aufhören des Druckes soll der Ring sich vermöge seiner Elastizität wieder zusammenziehen, was aber, besonders bei großen Kalibern, nicht immer hinreichend geschehen soll, so daß der Verschluß dann schwer zu lösen ist.


1232. Broadwellring.


1233. Deutscher Liderungsring.


1234. Liderung de Bange.

Die Weiterentwickelung der Geschützrohre nach Mitte der siebziger Jahre.

Die Wirkung der Geschosse setzt sich zusammen aus ihrer Durchschlags- und ihrer Sprengwirkung. Erstere ist, wenn wir von der Festigkeit des Geschosses zum Durchdringen des Ziels absehen, abhängig von seiner lebendigen Kraft, die eine Funktion der Geschwindigkeit und des Gewichts des Geschosses ist und der Arbeitsleistung des Schießpulvers entspricht.*) Es ist jedoch nicht zutreffend, wie man hiernach annehmen könnte, daß auch die Fluggeschwindigkeit des Geschosses mit der größeren Triebkraft des Pulvers wachsen müsse, denn dann würden die am heftigsten wirkenden Sprengstoffe auch die besten Schießstoffe sein, was, wie allgemein bekannt, durchaus nicht der Fall ist. Beim Schießen kommt es vielmehr auf die ausgiebigste Verwertung der Leistung des Pulvers, die es bei seiner Verbrennung entwickelt, zur Erzielung einer möglichst großen Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses, bei möglichst niedrigem Gasdruck im Rohre an. Am vorteilhaftesten wäre es, wenn der Gasdruck vom

---

*) Zur ballistischen Berechnung der lebendigen Kraft a des Geschosses (der Geschoßarbeit) dient die Formel: $a = \frac{p v^2}{2 g}$, in welcher p das Geschoßgewicht in kg, v die Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses in m und g die Beschleunigung durch die Schwerkraft = 9,806 m bezeichnet; das Ergebnis sind mkg (Meterkilogramm) Leistung. Bei Geschützen ist es üblich, um große Zahlen zu vermeiden, das Gewicht des Geschosses in t (Tonnen) auszudrücken und erhält man dann mt = Metertonnen.

Beginn der Bewegung des Geschosses bis zu seinem Austritt aus der Mündung des Geschützrohrs der gleiche bleiben könnte, was aber noch nicht erreicht ist und auch kaum jemals erreicht werden wird. Der Gasdruck wird beim Beginn der Bewegung des Geschosses immer größer sein als bei seinem Verlassen des Rohrs. Zur möglichsten Ausgleichung des Gasdrucks ist es nötig, daß das Pulver sich nicht augenblicklich in Gas verwandelt, also verbrennt, wie die heftig wirkenden Sprengstoffe, sondern seine Verbrennung so lange fortsetzt, bis das Geschoß die Mündung verläßt, damit der Raum hinter dem Geschoß, wie derselbe mit dem Fortschreiten des Geschosses an Größe zunimmt, mit neugebildetem Treibgas ausgefüllt wird, um eine annähernd gleiche Spannung des Gases zu erhalten. Dazu ist ein entsprechend langsam verbrennendes Pulver erforderlich, und damit die zur Hervorbringung einer großen Triebkraft erforderliche große Ladung auch ganz verbrennt und verwertet werde, solange das Geschoß noch unter seinem Einfluß steht, muß das Geschützrohr eine entsprechend große Länge erhalten. Wenn wir annehmen, daß das Feuer sich augenblicklich durch die ganze Ladung verbreitet, also sämtliche Pulverkörner zugleich an ihrer Oberfläche anfangen zu brennen — was ja allerdings nicht der Fall ist — so müßte in dem Augenblick, in dem der Geschoßboden an der Mündungskante des Rohres ankommt, jedes Pulverkorn abgebrannt sein, woraus hervorgeht, daß die Größe des Pulverkorns und die Größe der Ladung zur Länge des Geschützrohrs in bestimmtem Verhältnis stehen muß.

Dies waren die Erwägungen, die Krupp zur Verwendung des prismatischen Pulvers in den Panzergeschützen und des grobkörnigen Pulvers für die Feldgeschütze C/73 veranlaßten und die auch 1882 zur Einführung des langsam verbrennenden braunen, (häufig schokoladenbraunen) prismatischen und 1889 des rauchlosen Pulvers den Anstoß gaben. Dabei ist die Länge der Geschützrohre von 20 auf 25, 30, 35, 40, 45 und 50 Kaliber gestiegen. Da diese Länge für die ballistische Bewertung der Geschützrohre charakteristisch ist, so ist es Gebrauch geworden, bei der Bezeichnung eines Geschützrohrs neben dem Kaliber auch seine Länge anzugeben und hat man der Kürze halber hierfür die Bruchform, z. B. L 35, angenommen. Die 28 cm Kanone L/40 ist also 40 Kaliber oder 40.28 = 11,2 m lang. Mit der Länge der Rohre ist dann auch die Mündungsgeschwindigkeit von 325 bis etwa 900 m gestiegen. Im allgemeinen kann man annehmen, daß sie mit der Rohrlänge wächst. Da nun die lebendige Kraft des Geschosses, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, mit seiner Geschwindigkeit wächst, so ist sie gleichfalls mit der Verlängerung der Geschützrohre gestiegen und dem entsprechend auch der Gefechtswert der letzteren ein größerer geworden.

Die lebendige Kraft ist aber eine Funktion von zwei Veränderlichen, die andere Veränderliche, das Geschoßgewicht, hat also bei der Steigerung der lebendigen Kraft auch mitzusprechen. Eine Steigerung des Gewichtes der Granate läßt sich, da eine Verminderung ihres Hohlraumes ausgeschlossen ist, nur durch ihre Verlängerung erreichen. Die ersten Granaten waren nur 2 Kaliber lang. Eine größere Länge erwies sich bei dem weichen Bleimantel als unzulässig, wollte man das Pendeln und Überschlagen des Geschosses im Fluge verhüten, wobei jede Wahrscheinlichkeit des Treffens aufhört. Das Verlängern der Granaten machte ihre festere Führung in den Zügen und einen steileren Drall notwendig. Einen ersten Schritt vorwärts dorthin erreichte man Ende der sechziger Jahre durch das Auflöten eines dünnen Geschoßmantels aus Weich- oder Hartblei, dann durch Kupferringe und schließlich durch ein breites Kupferband nahe dem Geschoßboden, mit welchem man eine in jeder Beziehung feste Führung des Geschosses in den Zügen erlangte. Früher glaubte man, daß eine sichere Führung im Interesse der Trefffähigkeit eine Verteilung der Führungsringe über die ganze Länge des cylindrischen Geschoßteiles unbedingt verlange. Das hat sich aber als ein Irrtum erwiesen, auch besondere Zentrierringe im vorderen Teil des Geschosses haben sich als überflüssig herausgestellt. Ein Führungsband nahe dem Geschoßboden genügt, vorn liegt das Geschoß mit etwa 0,2 mm Spielraum zwischen den Feldern der Seele. Damit wurden die letzten Schranken zur Verlängerung der Geschosse und Steigerung der Ladung aus dem Wege geräumt. Hierzu ist nämlich, um das Pendeln der Geschosse zu verhüten, ein steilerer Drall notwendig, der wiederum

ein allmähliches Anwachsen der Umdrehung des Geschosses um seine Längenachse, also auch ein allmähliches Zunehmen des Dralles von etwa 0° in diejenige Steigung, welche für die Umdrehungsgeschwindigkeit erforderlich ist, das ist der Enddrall, notwendig macht. Die Züge gehen daher mit zunehmender Steigung vom Ladungsraum an in den Enddrall hinüber, man nennt dies „Progressivdrall“. Dabei war natürlich eine über das Geschoß sich erstreckende breite Führung nicht möglich.

Auf diesem Wege hat es Krupp bis zu 6 Kaliber langen Granaten gebracht, die für besondere Fälle Verwendung finden; die am meisten gebräuchlichen haben 3,5 Kaliber Länge (L/3,5). Damit ist z. B. das Gewicht der 15 cm Granate von 27,3 auf 51 kg, ebenso bei den anderen Kalibern fast auf das Doppelte gestiegen. Diese Steigerung des Geschoßgewichtes hat aber noch andere Vorteile, von denen der eine ballistischer Natur ist. Nach bekanntem Gesetz werden fliegende Körper von gleicher Größe und gleicher Form der der Luft entgegentretenden Fläche um so weniger vom Luftwiderstande aufgehalten, also in ihrer Fluggeschwindigkeit verlangsamt, je schwerer sie sind. Die Flugbahn des schwereren Geschosses (natürlich gleiches Kaliber vorausgesetzt) ist daher bei gleicher Mündungsgeschwindigkeit weniger gekrümmt und länger, die Schußweite also größer, als die des leichteren Geschosses, weil es in gleichen Zeiten längere Strecken durchfliegt. Die größte Schußweite, die bisher von irgend einem Geschütz erreicht worden ist, erzielte der Schuß, der auf dem Schießplatz der Kruppschen Fabrik bei Meppen in Gegenwart Sr. Majestät des deutschen Kaisers am 28. April 1892 aus der 24 cm Kanone L/40 mit 44° Erhöhung abgefeuert wurde. Die 215 kg schwere Granate erreichte in einer Flugzeit von 70,2 Sekunden 20226 m Schußweite, wobei sich dieselbe in der Scheitelhöhe ihrer Flugbahn bis zu 6540 m über dem Geschützstande erhob! — Die weniger gekrümmte Flugbahn gewährt aber auch noch den Vorteil besserer Treffergebnisse, weil sie Fehler im Schätzen der Entfernungen des Zieles bis zu einem gewissen Grade mehr ausgleicht, als die mehr gekrümmte Flugbahn.

Mit der Steigerung der lebendigen Kraft ist aber noch ein anderweiter Nutzen verbunden. Bei gleicher lebendiger Kraft wird das Geschoß von kleinerem Kaliber tiefer in das Ziel eindringen, also einen dickeren Panzer durchschlagen, als ein Geschoß größeren Kalibers, weil dieses infolge seiner größeren Querschnittsfläche eine größere Stoffmenge im Ziel zu verdrängen hat.

Mit dieser Steigerung der Geschoßkraft trug das Geschütz im Wettstreit mit dem Panzer den Sieg davon, und längere Zeit war man der Meinung, daß es nicht gelingen würde, einen Panzer herzustellen, der vom Geschütz nicht durchschlagen oder zertrümmert werden könnte. Das war ein Irrtum. Am Anfang des jetzigen Jahrzehnts gelang es Krupp, dem Panzer eine Festigkeit und Härte zu geben, daß alle Geschosse bei ihrem Auftreffen auf denselben zerbrachen. Damit hat der Panzer dem Geschütz den Vorrang abgewonnen und er wird diesen behaupten, bis es gelingt, Geschosse herzustellen, die bei ihrem Auftreffen auf den Panzer nicht zerbrechen und damit ihre Leistungsfähigkeit nutzlos verbrauchen, sondern sie ungeschmälert gegen den Panzer zur Geltung bringen.

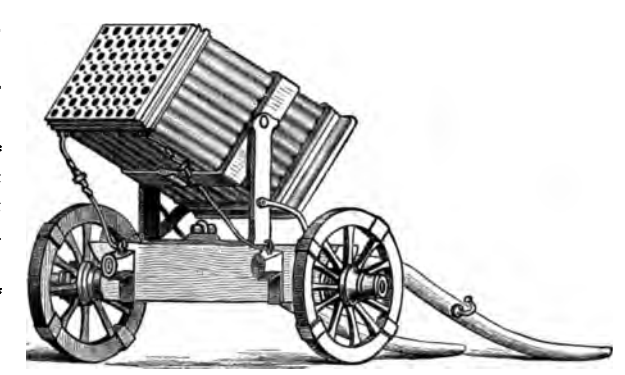
Die größten Geschütze, die aus der Kruppschen Fabrik hervorgegangen, sind (außer der 42 cm Kanone von 122,4 t Gewicht auf der Ausstellung in Chicago 1893) die 40 cm Kanonen L/35 von 120 t Rohrgewicht, die Italien in seinen Küstenbatterien aufgestellt hat. Man ist heute darin mäßiger geworden und scheint über das 30,5 cm Kaliber L/45 einstweilen nicht mehr hinaufgehen zu wollen. Aber man hat sich nicht auf die Herstellung von Kanonen mit großer Mündungsgeschwindigkeit beschränkt; wir bedürfen auch der Haubitzen und Mörser, die ihre Geschosse in stark gekrümmter Flugbahn schießen, um den hinter Deckungen stehenden Feind zu treffen, oder durch die Fallkraft und die Explosionskraft der Sprengladung ihrer Geschosse die Decken von Panzertürmen zu zertrümmern oder die Gewölbedecken der Hohlbauten in Festungswerken zu durchbrechen.

In England hielt man am Vorderladungssystem fest und ging, um die Leistung der Geschütze zu steigern, bis zu den Ungetümen von 110 t Rohrgewicht und 43 cm Kaliber hinauf, die bei allem technischen Aufwand jedoch nur 70 bis 80 Schuß bis zu ihrem Unbrauchbarwerden aushalten konnten und an Trefffähigkeit und Geschoßleistung, be-

sonders an Haltbarkeit weit hinter den Kruppschen Geschützen zurückblieben. Dazu kam das zu allerlei Unzuträglichkeiten führende Laden der Geschütze von vorn in Panzertürmen, wozu sie hinter die Deckung zurückgebracht oder durch mechanische Ladevorrichtungen außerhalb des Turmes bedient werden mußten. Als alle diese Mängel des längst veralteten Systems sich durch keine Kunst mehr verdecken oder beseitigen lassen wollten, kehrte man gegen Mitte der achtziger Jahre zum Hinterladungssystem zurück, nahm aber den französischen Schraubenverschluß mit der Liderung de Bange an. Dem Beispiel der Engländer sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika gefolgt, die um jene Zeit begannen, sich zur Armierung ihrer neu zu bauenden Kriegsschiffe und Küstenbefestigungen ein neues Geschützsystem auszubilden.

Revolver- und Schnellfeuerkanonen.

Wie die Hinterlader, so sind auch die Mitrailleusen keine Erfindung der Neuzeit, d. h. der Idee, nicht der Ausführung nach. Ihre Vorläufer sind die Totenorgeln, die Orgel- oder Geschreigeschütze des Mittelalters, mit denen man, ganz wie heute, die Feuerwirkung einer mehr oder minder großen Anzahl von Gewehren, also von Infanteristen, in einer Waffe oder auf einem Punkte zu vereinigen bezweckte. In Abb. 1235 ist ein solches Orgelgeschütz, dessen 64 Läufe 18 mm Kaliber haben, dargestellt. Die lebhafte Phantasie und Vorliebe für symbolischen Aufputz trieb die alten Büchsenmeister zu abenteuerlichen Formen für diese Geschützart, unter denen sich die einer Klaviatur, wie sie bei Orgeln in mehreren Reihen übereinander üblich, einer besonderen Vorliebe erfreute, woraus sich auch wohl der Name „Orgelgeschütz" herleitet. Den Kampfwert dieser Geschütze dürfen wir bei ihrer mangelhaften Technik nicht zu hoch anschlagen, sie blieben immer gewissermaßen nur Kunst- und Phantasiestücke und kamen daher nur vereinzelt vor.



1235. 64läufiges Orgelgeschütz vom Jahre 1604.
(Im Zeughause zu Berlin.)

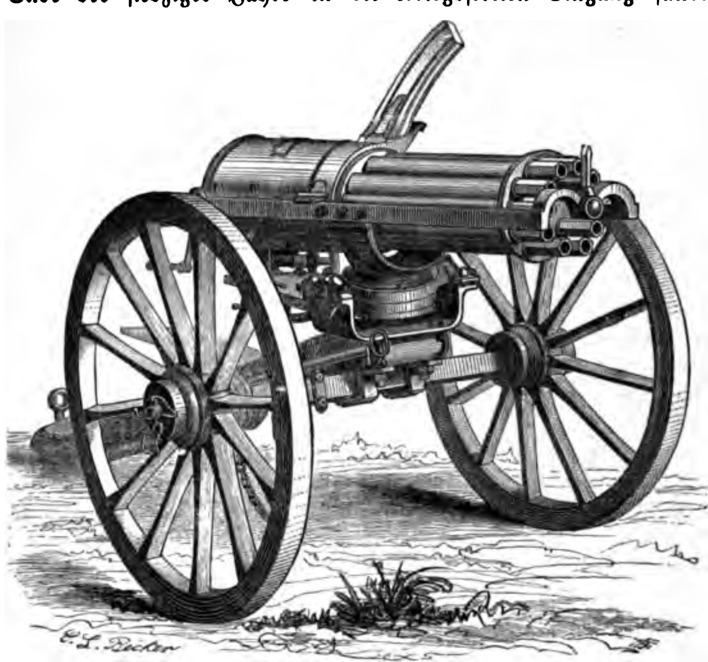
Eine neue Epoche begann mit der von Dr. R. J. Gatling, Waffenfabrikant zu Indianopolis, 1861 erfundenen Revolverkanone, oder „Kugelspritze", wie sie der Volksmund nannte, weil sie in der Minute 1000 Schuß abgeben konnte. Das Geschütz (Abb. 1236) hatte 4—10, in der Regel 10 Läufe, welche mittels Handkurbel um die Längenachse des Laufbündels gedreht wurden, wobei alle Verrichtungen des Ladens, Abfeuerns und Auswerfens der Hülsen sich selbstthätig ausführten. Die Gatlingkanone, die noch im amerikanischen Bürgerkriege mit Erfolg verwendet wurde, kam dann in allen größeren europäischen Heeren zum Versuch, ist zwar nur vereinzelt eingeführt worden, hat aber doch den Anstoß gegeben, diese Geschützart weiter auszubilden.

In Frankreich wurde die 1867 vom Oberst de Reffye konstruierte Mitrailleuse (canon à balles, Abb. 1237); eingeführt, die in einem kanonenähnlichen Bronzemantel 25 Stahlläufe von 13 mm Kaliber fest vereinigte. Hinter die Läufe wurde das 25 Patronen enthaltende Magazin (Ladeplatte genannt), eingesetzt, gegen welche mittels der Handkurbel hinten am Geschütz ein 25 Schloßmechanismen enthaltender Kasten gepreßt wurde; mittels der kleinen Handkurbel an der rechten Seite wurden sämtliche 25 Läufe in wenigen Augenblicken abgefeuert.

Diese Mitrailleusen waren zu 6 Stück in Batterien formiert, welche den deutschen Heeren im Kriege 1870/71 gegenüber standen und von denen gegen 200 Stück erbeutet wurden. Beim Beginn des Krieges rückten 25 Batterien mit je 6, also 150 Geschützen

ins Feld. Ihre Zahl wurde aber im Laufe des Krieges durch fortgesetzte Neuanfertigung vermehrt. Sie haben die Erwartungen, die man in ihre Leistungen setzte, wenig erfüllt, nicht weil sie überhaupt leistungsunfähig, sondern weil sie im Feldkriege in der gewählten Organisation nicht am Platze waren. Deshalb sind sie überall aus den Feldheeren ausgeschieden, befinden sich aber in Festungen zur Grabenbestreichung noch vielfach in Verwendung. Aber auch in den Kämpfen mit den wilden und halbwilden Völkerschaften Afrikas und Asiens haben sich bis in die neueste Zeit Mitrailleusen bewährt, deren sich heute eine große Anzahl verschiedener Konstruktionen, besonders bei den Engländern, im Gebrauch befinden, z. B. die von Maxim, Nordenfelt, Gardener, Hotchkiß u. a.

Eine hervorragende Bedeutung gewann diese Geschützart für die Marine nach Einführung der Torpedoboote zu deren Abwehr. Als diese kleinen, flinken Fahrzeuge gegen Ende der siebziger Jahre in die Kriegsflotten Eingang fanden, kam man bald zu der Überzeugung, daß mit den vorhandenen Geschützen diesen „Mikroben der Flotten" schwer beizukommen war, man pflegt Mücken nicht mit Keulen zu jagen. Dazu bedurfte man ein Geschütz von großer Feuerschnelligkeit. Ein solches wurde in der von Hotchkiß in St. Denis bei Paris 1871 hergestellten fünfläufigen Revolverkanone von 3,7 cm Kaliber angeboten. Die Granaten dieses Geschützes waren im stande, die Wände der Torpedoboote noch auf 800 bis 1000 m Entfernung zu durchschlagen, und bei der Feuerschnelligkeit von 40—50 Schuß in der Minute war die Möglichkeit gegeben, ein Torpedoboot kampfunfähig zu machen, bevor es zum Ausstoßen des Torpedos kam. In kurzer Zeit wurden die Revolverkanonen in alle Kriegsflotten eingeführt.



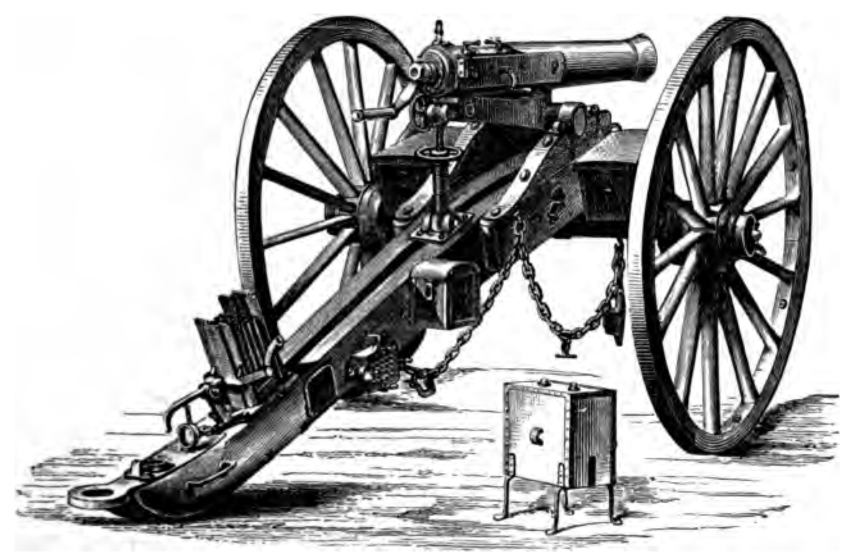
1236. Zehnläufige Gatlingkanone.

Selbstverständlich wurden bald Schutzmaßregeln getroffen, gegen welche die Kraft der 3,7 cm Granaten nicht mehr ausreichte. Auch die Vergrößerung des Kalibers auf 4,7 cm war keine dauernde Abhilfe, denn schon folgten die Kreuzer den Torpedobooten in der Fahrgeschwindigkeit, und es war alle Aussicht vorhanden, daß die letztere noch eine erhebliche Steigerung erfahren würde. Die größere Fahrgeschwindigkeit forderte als Gegenmaßregel eine entsprechend gesteigerte Feuerschnelligkeit solcher Geschütze, deren Geschosse hinreichende Durchschlagskraft auch gegen größere Schiffe besäßen. Da mußte von dem System mehrläufiger Geschütze zum einläufigen Schnellfeuergeschütz übergegangen werden. Den Anstoß zum Betreten dieses Weges gab die englische Admiralität, die im August 1882 zum Wettbewerb auf Lieferung einer 5,7 cm Schnellfeuerkanone von mindestens 11 gezielten Schüssen in der Minute aufforderte.

Die Vorbedingung für das Schnellfeuer ist das Schnellladen, welches zunächst eine Vereinfachung der Ladegriffe und ein Aufheben oder Beschränken des Rücklaufs und des Nachrichtens erforderte. Das ist dadurch erreicht worden, daß man Metallkartuschen für

die Geschützladung anwendete, welche die notwendige Abdichtung des Verschlusses bewirken, so daß dieser keiner weiteren Liderung mehr bedarf. Der Verschluß macht deshalb auch ein Festklemmen im Rohre in früherer Weise entbehrlich und gestattet ein spielendes Bewegen.

Von den **Verschlußarten**, die im Laufe der Zeit versucht und angewendet wurden, haben sich zwei Gruppen, die **Keil-** und die **Schraubenverschlüsse** dauernd im Gebrauch erhalten und als entwickelungsfähig für Schnellladekanonen erwiesen. Der Keilverschluß wurde hauptsächlich von Krupp ausgebildet; aber auch andere Firmen wie Hotchkiß. Gruson, Skoda u. a. haben Keilverschlüsse konstruiert. Die Schraubenverschlüsse gingen zwar ursprünglich von Nordamerika aus, wurden aber in Frankreich erst verwendungsfähig, sowohl in den Staatswerkstätten, wie in den Fabriken von Schneider, Canet, St. Chamond, Cail u. a. technisch weiter ausgebildet. Als man in den achtziger Jahren in England zum Hinterladungssystem zurückkehrte, nahmen sowohl die Staatsfabrik zu Woolwich, als auch Armstrong, Nordenfelt und andere Geschützfabriken den Schrauben-

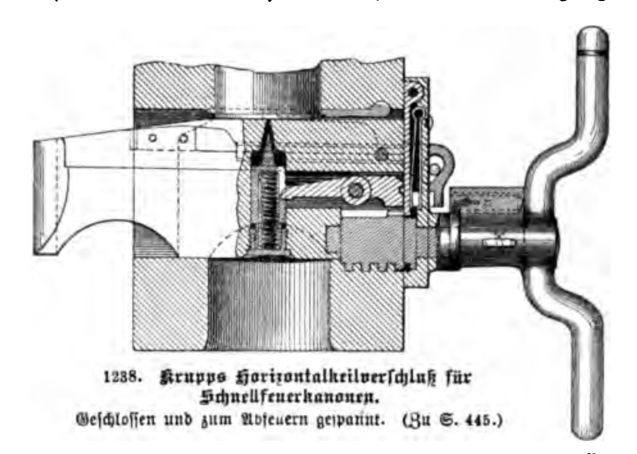


1237. Die französische Mitrailleuse. Rohr mit Lafette.

verschluß an und gaben ihm die erforderliche Einrichtung für Schnellladekanonen. Dasselbe geschah um jene Zeit in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Die verschiedenen Keilverschlüsse unterscheiden sich im wesentlichen durch den Bewegungsmechanismus des Verschlußkeils. Manche Fabriken bevorzugen für die kleineren Kaliber einen senkrechten, eine Art Fallblockverschluß, der durch Senken und Heben eines Hebels an der rechten Seite des Geschützrohrs geöffnet oder geschlossen wird (Abb. 1239). Für größere Kaliber ist der Verschluß wagerecht beweglich. Der in Abb. 1238 dargestellte Verschluß ist der älteste Kruppsche Schnellladeverschluß, der gleich nach Mitte der achtziger Jahre entstand. Er gleicht im allgemeinen dem Rundkeilverschluß, dem der Schlagbolzen mit Spann- und Abzugsvorrichtung und der Auswerfer hinzugetreten sind. Durch das Drehen der Verschlußschraube beim Öffnen wird der rechte Arm des Spannhebels nach vorn, der linke also nach hinten bewegt und damit der Schlagbolzen gespannt; in dieser Stellung wird der Spannhebel durch die Nase des Abzugsblattes gehalten, welches beim Abfeuern zur Seite gezogen und damit der Schlagbolzen ausgelöst wird. Beim Herausziehen des Keils zum Öffnen begrenzt sein Anstoßen an die Nasen des in der vorderen Keillochwand gelagerten gabelförmigen Auswerfers seine Bewegung und bewirkt gleichzeitig eine ruckweise Drehung des Auswerfers und das Hinausschleudern der Kartuschhülse aus dem Rohr.

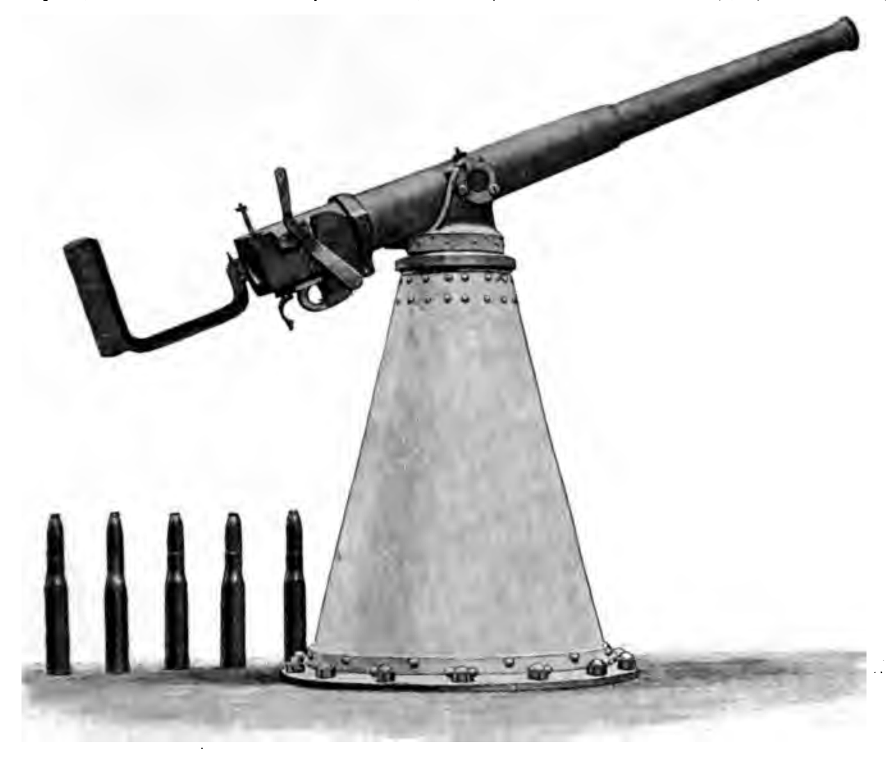
Seit jener Zeit haben die Schnellfeuerverschlüsse Krupps eine Reihe Verbesserungen erfahren, die ihre leichtere Handhabung, auch für große Kaliber, sowie die Sicherung gegen unzeitiges Öffnen und Abfeuern und mechanische Vereinfachung bezweckten. Der in Abb. 1240a und b dargestellte Leitwellverschluß für mittlere und große Kaliber wird durch die oben im Verschlußkeil gelagerte Leitwelle dadurch beim Drehen mittels der Kurbel bewegt, daß deren steiles Gewinde in eine am Geschützrohr befestigte Halbmutter eingreift. Eine Drehung der Leitwelle um 270° genügt, wie zum Öffnen auch zum Schließen Beim Öffnen wird der Schlagbolzen selbstthätig gespannt und die Hülse ausgeworfen. Durch eine Sicherung läßt sich das Abzugsstück und ev. gleichzeitig die Leitwelle des geschlossenen Verschlusses feststellen, so daß weder ein Abfeuern noch Öffnen möglich ist. Dies ist besonders wichtig für die Feldartillerie, um mit geladenem Geschütz manövrieren zu können. Ihre Verschlüsse, sowohl der Verschluß mit Verschlußschraube, als der Leitwellverschluß, können so eingerichtet sein, daß der Schlagbolzen erst beim Abfeuern durch das Abziehen mit der Abzugsschnur gespannt wird, sogenannter „Spannabzug". Der Keil des Leitwellverschlusses ist bei den größeren Kalibern auf seiner Unterfläche mit mehreren Gleitrollen versehen, die auf der unteren Keillochwand laufen und die Bewegung des Verschlusses so erleichtern, daß der 658 kg schwere 24 cm Verschluß von einem Mann in der Minute zehnmal sich öffnen und schließen läßt.


1238. Krupps Horizontalkeilverschluß für Schnellfeuerkanonen.
Geschlossen und zum Abfeuern gespannt. (Zu S. 445.)

An die Stelle des Verschlußkeils ist beim Schraubenverschluß die Verschlußschraube getreten, deren Mantel ein mehrfach unterbrochenes Schraubengewinde trägt, so daß die Gewindefelder und die glatten Felder gleich breit sind (Abb. 1243 u. 1244). Die Seele des Geschützrohrs ist hinten mit der entsprechenden Einrichtung versehen, dient daher der Schraube als Mutter, in deren glatten Ausschnitten beim Öffnen und Schließen die Gewindefelder der Verschlußschraube gleiten, so daß es bei 4 glatten Ausschnitten einer Drehung der Verschlußschraube um 45°, bei 3 Ausschnitten um 60° bedarf, um dieselbe zum Verschließen des Rohres einzuschrauben. Armstrong hat den vorderen Teil der Verschlußschraube kegelförmig gemacht und den Kegelmantel auch mit unterbrochenen Schraubengängen versehen, jedoch so, daß die Gewinde- und die glatten Felder im cylindrischen und kegelförmigen Schraubenteil wechselnde Lage haben. Damit ist erreicht, daß zum Auffangen des Rückstoßes beim Schuß das Geschützrohr in seinem ganzen Umfange auf Zugwiderstand in Anspruch genommen wird. Das Drehen der Verschlußschraube vor dem Aus- oder dem Einschwenken des Verschlusses vermittelt der Handhebel mit Griff durch Zahneingriff oder dergl., bei seinem weiteren Herumdrehen wird die Verschlußthür mit der in ihr gelagerten Verschlußschraube zum Öffnen und Schließen seitwärts geschwenkt. Die kegelförmige Gestalt der Schraube gestattet bei den Schnellladeverschlüssen deren Herumschwenken zum Öffnen ohne vorheriges Zurückziehen, weil der Kegelmantel innerhalb des Kreisbogens liegt, dessen Mittelpunkt der Scharnierbolzen der Verschlußthür bildet.

In neuerer Zeit ist die vom schwedischen Ingenieur Axel Welin vorgeschlagene Einrichtung der stufenförmigen Gewindegänge, die meist in drei Stufen, deren Höhe der Tiefe des Gewindes entspricht, nebeneinander liegen, angewendet worden. Zwischen den beiden dreistufigen Gruppen von Gewindefeldern liegt je ein glattes Feld von der Breite eines Gewindefeldes. Die Verschlußschraube ist mithin ihrem Umfange nach in 8 gleich breite Felder geteilt, von denen nur 2 glatt sind; es bedarf daher zum Öffnen und Schließen

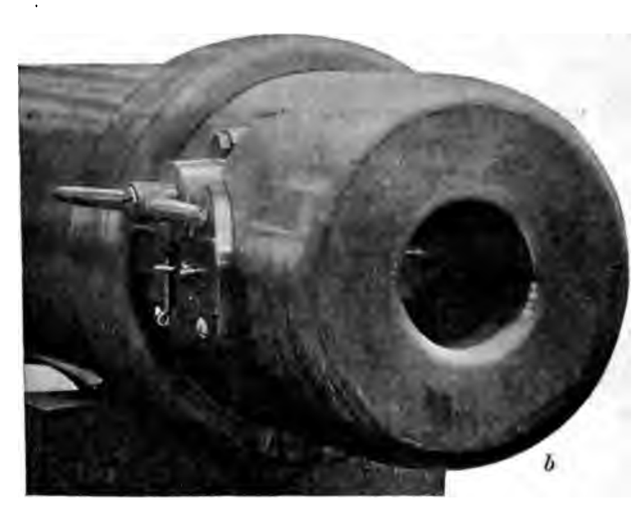
des Verschlusses nur einer Drehung der Schraube um 45°. Der Vorteil dieser Stufenschraube liegt also darin, daß 6/8 ihres Umfanges in das Rohr mit ihrem Gewinde eingreifen und es auf Widerstand gegen den Rückstoß in Anspruch nehmen, während dies sonst nur von 4/8 geschieht. Auch bei der Armstrongschen Schraube mit vorderem Kegelstumpf ist es nicht mehr, was sofort einleuchtet, wenn man den Kegel sich so weit gedreht denkt, daß seine Gewindefelder die Fortsetzung der Gewindefelder des cylindrischen Teils bilden. Bei gleicher Länge der Schraube ist ihre Gesamtwiderstandsfläche sogar noch etwas kleiner, als die einer ganz cylindrischen, aber sie ist günstiger verteilt. Die Widerstandsleistung der Welinschen Schraube ist daher größer, weshalb sie um etwa 1/3 kürzer sein kann, als die früheren Verschlußschrauben waren. Krupp hat diese Schraube



1239. Krupps schnellfeuernde 5 cm Schiffskanone L/40. (Zu S. 445.)

für sein Schraubenverschlußsystem benutzt, das in Abb. 1243a und b dargestellt ist. Der in der Verschlußthür um einen Bolzen drehbare Schubhebel greift mit einem Zapfen in die Verschlußschraube, dreht dieselbe, wenn der Verschluß geöffnet werden soll, um 45° nach links, wobei gleichzeitig der Schlagbolzen gespannt wird. Dann beginnt das Herumschwenken der Verschlußthür, bis dieselbe am Schluß der Bewegung gegen den Ansatz des Auswerfers stößt, der sich auch um den Gelenkbolzen der Verschlußthür dreht und hierbei die leere Kartuschhülse, die er gabelförmig umfaßt, aus dem Rohr wirft. Dieser Verschluß zeichnet sich durch eine Einfachheit und leichte Gangbarkeit aus, die von keinem der französischen und englischen Verschlüsse erreicht wird. Der Verschluß besteht nur aus 17 Teilen. Schneider-Canets 12 cm Schnelllade-Schraubenverschluß hat 61, Armstrongs 12 cm Schnelllade-Schraubenverschluß 71 Teile. Die Firma Vickers Sons & Co. in Sheffield hat die Welinsche Stufenschraube für ihre neuen Verschlüsse gleichfalls angewendet, aber vom 15 cm Kaliber aufwärts das Schnellladesystem mit der Metallkartusche aufgegeben und die Verschlußschraube mit Liderung de Bange versehen, bezeichnet diese Geschütze, wie es auch von anderen englischen und französischen Fabriken

geschieht, dennoch als Schnellladekanonen. In Deutschland (Krupp) ist die Verwendung von Metallkartuschhülsen eine Grundbedingung für Schnellladegeschütze, weil die Zeugkartuschen eine besondere Liderung, die stets der schwächste Punkt des Geschützes ist, sowie das Einsetzen einer Schlagröhre zu jedem Schuß notwendig machen. Die Metallpatronenfabrik von Lorenz zu Karlsruhe-Baden fertigt messingene Kartuschhülsen durch Stanzen und Ziehen bis zu 24 cm Kaliber, die größte Schnellladekanone, die bisher von Krupp hergestellt wurde. Es ist jedoch nicht daran zu zweifeln, daß der Karlsruher Fabrik auch die Herstellung von Kartuschhülsen noch größeren Kalibers gelingen wird, wenn die Kruppsche Fabrik solche Schnellladekanonen bauen will. In anderen Ländern stößt das Herstellen von Metallkartuschhülsen schon für 15 cm Kanonen auf Schwierigkeiten, weshalb man sie und die mit ihnen verbundenen Vorteile aufgab.

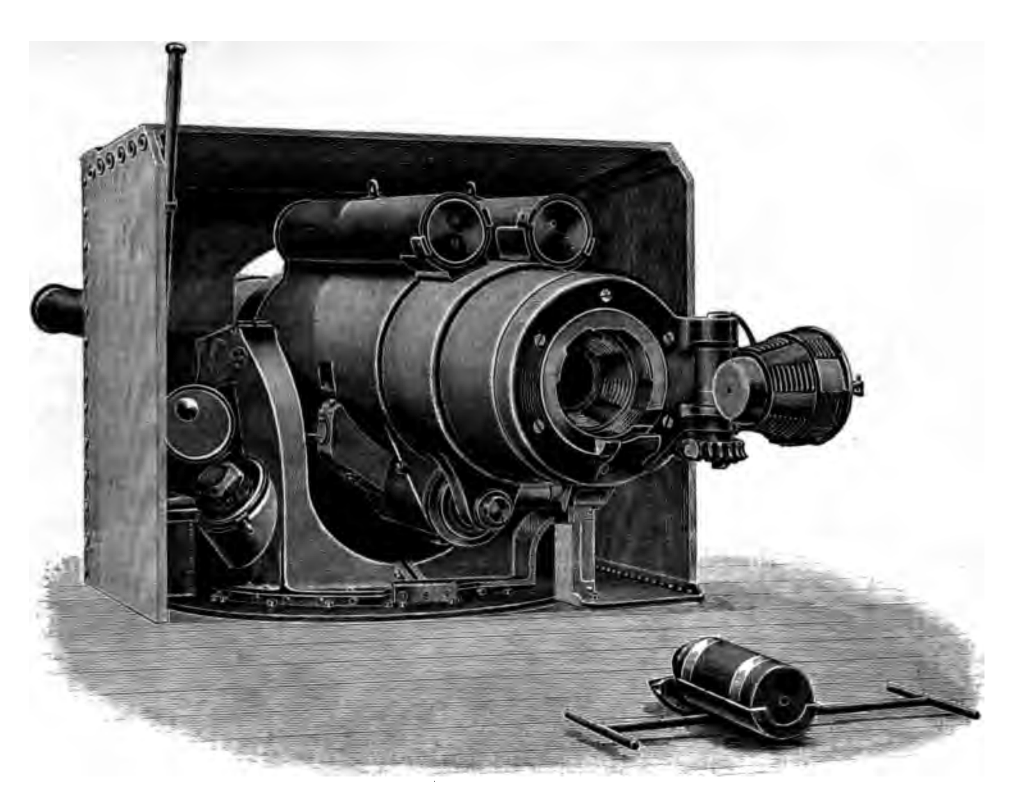


Über die Vor- und Nachteile beider Verschlußarten,

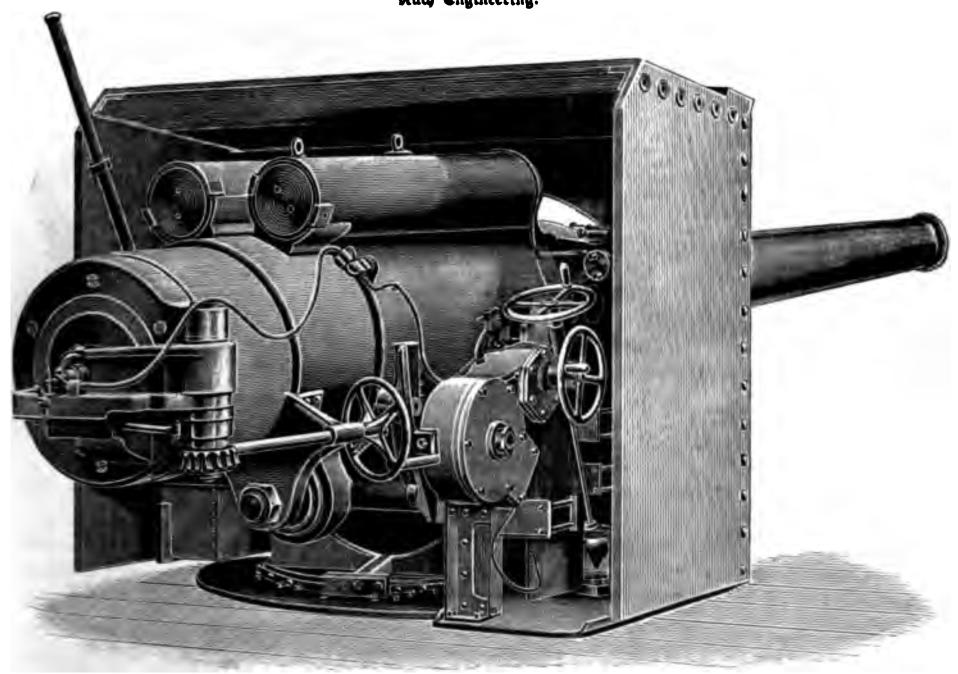


1240 a u. b. Leitwellverschluß für mittlere und große Kaliber.
a Teile des Verschlusses. b Verschluß im Rohr. (Zu S. 446.)

der Keil- und Schraubenverschlüsse, ist schon viel gestritten worden. Eine Reihe von Unglücksfällen, die bei Friedensübungen, wie im nordamerikanisch-spanischen Kriege an Geschützen mit Schraubenverschluß sich ereigneten, sprechen nicht zu gunsten des letzteren. Grundbedingung für jeden Verschluß, welcher Art er auch sei, ist unbedingte Sicherheit für die Bedienung, selbst dann, wenn in der Kampferregung die Handhabung desselben nicht tadellos vor sich geht. Mancher Unglücksfall beim Schraubenverschluß ist darauf zurückzuführen, daß beim Einschwenken der Verschlußschraube die Schlagbolzenspitze vorstand — was sie nicht soll — und so das Zündhütchen zur Explosion brachte, bevor der Verschluß noch geschlossen war; deshalb mußte er durch die entzündete Pulverladung nach hinten herausgeschossen werden. Beim Keilverschluß ist ein solches Vorkommnis unmöglich, weil der

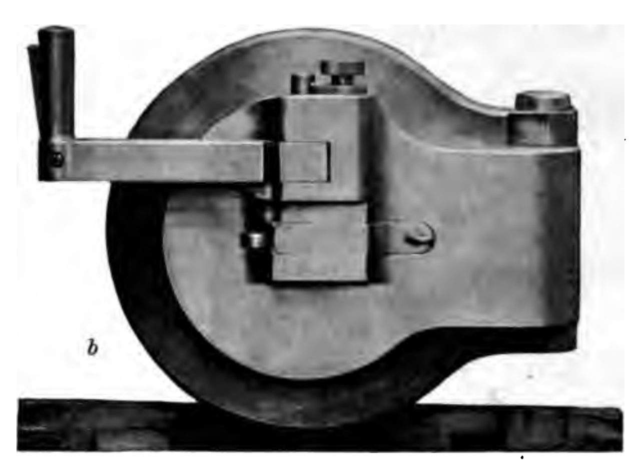


1241. Armstrongs 20,8 cm Schnellfeuerkanone; Verschluß geöffnet. (Zu S. 451.)
Nach Engineering.



1242. Armstrongs 20,8 cm Schnellfeuerkanone; das Rohr geschlossen. (Zu S. 451.)
Nach Engineering.

Schlagbolzen erst dann hinter das Zündhütchen tritt, wenn der Verschluß fest geschlossen ist. Mehrfach ist auch durch den Druck der Pulvergase die Verschlußschraube aufgedreht und herausgeschossen worden, ein Vorgang, der in ähnlicher Weise beim Keilverschluß ausgeschlossen ist. Die Handhabung des Schraubenverschlusses großer Kaliber wird sehr erschwert, wenn das Bodenstück des Geschützrohrs tief gesenkt ist, weil dann der Verschluß durch die Bedienungsmannschaft in schiefer Ebene hinaufgehoben werden muß. Die Bewegung des Keilverschlusses ist in jeder Rohrlage gleich leicht ausführbar. Es sind dies Mängel des Schraubenverschlusses, die ihm eigentümlich sind und auf mechanischem Wege sich nicht beseitigen lassen.



Die Schiffskanonen kleinen Kalibers liegen in einem gabelförmigen Träger, der sich in einem säulenförmigen, auf dem Schiffsdeck festgebolzten Unter-

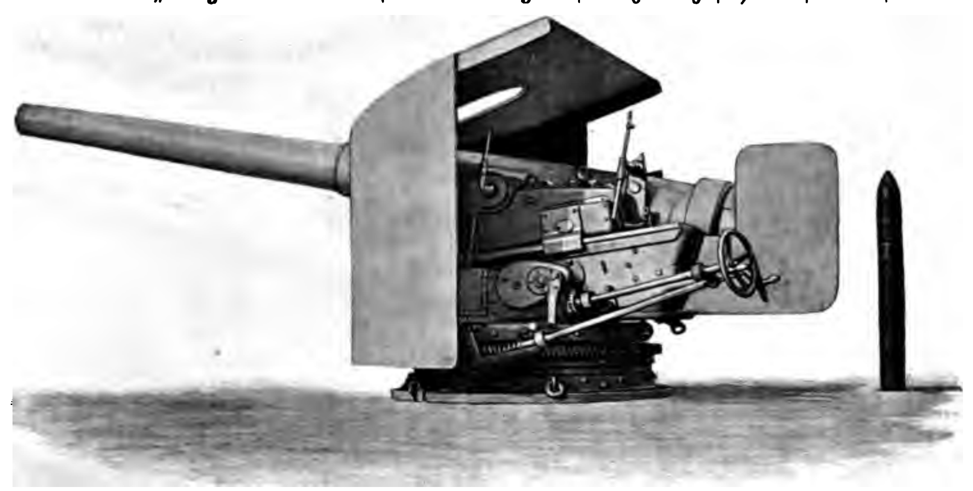


1243 a u. b. Krupps Schraubenverschluß mit Schubhebel.
a Teile des Verschlusses. b Der Verschluß im Rohr. (Zu S. 447.)

satz um einen senkrechten Zapfen dreht. Sie haben keinen Rücklauf. Die größeren Kanonen, wie die 15 cm in Abb. 1244, liegen in einer Oberlafette die auf der nach vorn geneigten Oberkante der Unterlafette (Rahmen) zurückgleitet. Die Oberlafette trägt an beiden Seitenwänden je eine hydraulische Bremse, deren Kolben an der Stirn des Rahmens befestigt ist. Die Bremse beschränkt den Rücklauf auf etwa $2^1/_2$ Kaliber Länge, worauf das Geschütz von selbst auf der geneigten Gleitbahn in die Feuerstellung wieder vorläuft. Die Unterlafette dreht sich auf einer Kugelbahn des Untersatzes um einen Pivotring, bewegt durch ein Schnecken-

getriebe mittels Handkurbel; mit ihr dreht sich der Panzerschutzschild, der an der Stirn der Unterlafette befestigt ist. Die 12, 15 und 16 cm Schnellladekanonen Krupps haben im allgemeinen die gleiche Einrichtung, nur sind bei den schweren Kalibern die Geschosse nicht immer in der Kartuschhülse befestigt. Krupp fertigt die Schnellladekanonen in Längen von 30, 35, 40, 45 und 50 Kalibern, die 620 bis etwa 1000 m Mündungsgeschwindigkeit und bis 45 Schuß Feuerschnelligkeit in der Minute haben können, je nach dem Kaliber.

Eine wesentlich andere Einrichtung, die aber auch von der Kruppschen Fabrik seit Jahren angewendet wird, hat Armstrong seinen Schnellladekanonen gegeben, welche in die britische Marine eingeführt sind. Seine Geschützrohre haben keine Schildzapfen, sondern stecken in einem Mantel aus Bronze oder Stahl, in welchem sie zurückgleiten und durch zwei Führungsleisten am Drehen verhindert werden. Dieser Mantel hat die Schildzapfen, mit denen er in der Lafette liegt, wie die Abb. 1241 u. 1242 erkennen lassen, und um welche er sich beim Richten des Rohres dreht, worauf wohl die Bezeichnung des Mantels als „Wiege" und der Lafette als Wiegenlafette zurückzuführen ist. Auf dem

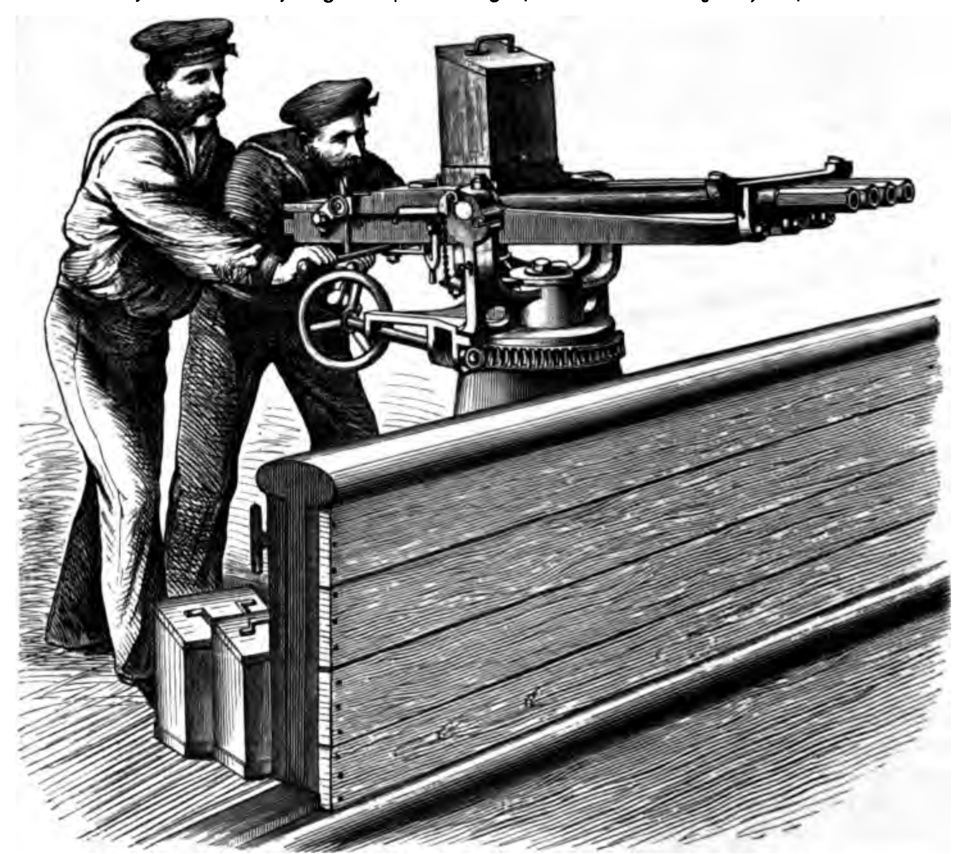


1244. Krupps 15 cm Schnellfeuer-Schiffskanone L/35 in Mittelpivot-Lafette.

Geschützrohr ist nahe dem Boden ein Ring befestigt, in dem unten ein oder mehrere Kolben der hydraulischen und Federbremsen durch Muttern gehalten werden. Die Bremscylinder und Federgehäuse sitzen am Rohrmantel, so daß die Bremse zur Wirkung kommt, wenn das Geschützrohr durch den Rückstoß im Mantel zurückgleitet. Das Vorschieben des zurückgelaufenen Geschützes in die Feuerstellung besorgen ein oder zwei Spiralfedern, die in Gehäusen am Mantel stecken und beim Rücklauf gespannt werden. Canet wendet statt der Spiralfedern Scheiben- (Belleville-) federn an. Diese Geschütze haben den Schraubenverschluß. Die Verschlußschraube von Armstrong hat in ihrem vorderen Teil die bereits erwähnte kegelförmige Gestalt und Einrichtung. Sie ermöglicht das Öffnen des Verschlusses nach dem Drehen der Verschlußschraube um 60° ohne deren Zurückziehen. Diese Verrichtungen werden selbstthätig ausgeführt, sobald der Hebel mittels des Handgriffes nach rechts gedreht wird. Bei der 20,3 cm Schnellladekanone wird das Öffnen des Verschlusses durch Drehen des an der rechten Seite des Rohres sichtbaren Handrades bewirkt. Das Abfeuern kann elektrisch geschehen, wozu die Leitungskabel dienen, die in den Abbildungen sichtbar sind.

Die flinken Torpedoboote hatten bald die Vorteile einer größeren Fahrgeschwindigkeit erkennen lassen und zu ihrer Übertragung zunächst auf Kreuzer und nach und nach auf alle am Kampfe teilnehmenden Schiffe und Fahrzeuge der Kriegsflotten geführt, so daß heute die Fahrgeschwindigkeit zu den Faktoren gehört, welche den Gefechtswert eines

Kriegsschiffes bestimmen. Die Panzerschlachtschiffe, die früher 12—14 Knoten liefen, haben heute 17—18 Knoten Fahrgeschwindigkeit, und gepanzerte Kreuzer laufen 19 und 20 Knoten. Durch diese gesteigerte Beweglichkeit der Schiffe wurde die Artillerie nicht nur auch zu einer größeren Feuerschnelligkeit, sondern auch zu größerer Tragweite ihrer Geschütze gezwungen, um den Kampf schon auf größere Entfernungen beginnen zu können, weil sonst das feindliche Schiff bei seiner Schnelligkeit dem langsam mit alten Kanonen schießenden Gegner auf den Hals gerückt ist und ihn vielleicht schon leck geschossen hat, bevor er zum Schuß kam. Diese Umstände waren der Antrieb, mit allen Kräften und Mitteln die Entwickelung der Geschütze zu fördern, die wir im vorigen Abschnitt geschildert haben, und die Schnellladeeinrichtungen auf immer größere Kaliber auszudehnen, wie wir vor-



1245. Nordenfelts vierläufige einzöllige Mitrailleuse der englischen Admiralität.

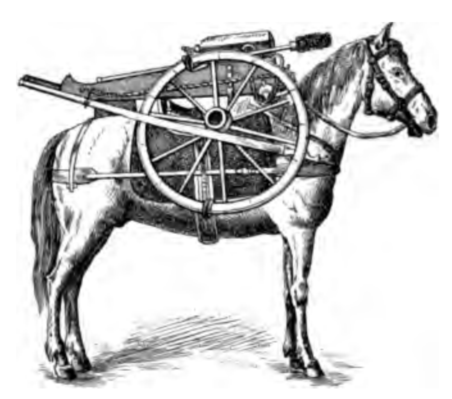
stehend gesehen haben. Wahrscheinlich werden dieselben auch noch auf die größten Kaliber der Schlachtschiffe übergehen. Natürlich bleibt man bei diesem Schnellfeuer in den Grenzen, welche durch das zu bewegende größere Gewicht des Verschlusses und der Munition gegeben sind. Die Feuerschnelligkeit wird aber doch bei den schweren Kanonen auf das 2- bis 3fache gesteigert.

Wie Krupp und Armstrong, so haben auch die großen Geschützfabriken anderer Länder Schnellladekanonen ihrer Systeme konstruiert, doch schließen sich dieselben in ihren Grundzügen den vorstehend beschriebenen an. In Frankreich fertigt Canet Schnellladekanonen in allen Kalibern, Hotchkiß in den kleineren für Schiffe und Schneider in Creuzot mehr für Landartillerie.

Gegenwärtig besteht die mittlere und kleine Artillerie der Kriegsschiffe fast nur noch aus Schnellfeuer- oder Schnellladekanonen, und selbst auf die Großartillerien in Panzer-

türmen oder Panzerständen werden schon mehr oder minder vollkommen die Schnelllade-einrichtungen ausgedehnt. Für die deutsche Kriegsflotte sind Ende 1896 die Kruppsche 21 und 24 cm Schnellladekanone als Turmgeschütze für große Kreuzer und Linienschiffe angenommen worden. Die englische 20,3 cm Schnellladekanone ist bereits erwähnt. Armstrong hat 1896 eine 30,5 cm Kanone mit Einrichtung versehen, welche den Verschluß beim Rücklauf durch die Kraft des Rückstoßes selbstthätig öffnet, wodurch ein schnelleres Laden begünstigt werden soll.

Um nun auch die nicht gedeckt stehenden Mannschaften auf Kriegsschiffen mit Schnellfeuer bekämpfen zu können, sind in den Gefechtsmasten oder auf den Kommandobrücken u. s. w. noch Mitrailleusen, Maschinengeschütze oder Maschinengewehre, meist von Gewehr- oder einem wenig größeren Kaliber aufgestellt. Sie liegen in Gabeln, die in einem Säulenständer um einen senkrechten Zapfen sich drehen, wie die vierläufige Nordenfelt-Mitrailleuse in Abb. 1245. Die deutschen Kriegsschiffe sind für diesen Zweck mit dem Maxim-schen Maschinengewehr von 8 mm Kaliber ausgerüstet, welches nur einen Lauf hat und durch den Rückstoß sich selbstthätig ladet und abfeuert, so daß es eine Feuerschnelligkeit bis 600 Schuß in der Minute erreichen kann. Die Patronen stecken in einem Gurtband, welches vom Geschütz selbstthätig weiter geschoben wird, nachdem es sich eine Patrone nach der anderen aus demselben entnommen und in den Lauf eingeschoben hat.



1246.
Tragtier der österreichischen Gebirgsartillerie.

Die Bewaffnung der Infanterie mit den weittragenden Mehrladergewehren von 6,5—8 mm Kaliber, deren Mantelgeschosse eine außerordentliche Durchschlagsfestigkeit besitzen, hat das der taktischen Verwendung entsprechende Verhältnis der Feuerkraft und Feuerwirkung zwischen Infanterie und Feldartillerie zu ungunsten der letzteren verschoben. Um das richtige Verhältnis wiederherzustellen, ist es notwendig geworden, die Feldartillerie mit einem besseren Geschütz auszurüsten, als sie bisher in den noch aus den siebziger Jahren stammenden Geschützen besaß. Das gilt für die Artillerie aller Heere. Wenn ein Staat mit einer solchen Neubewaffnung beginnt, müssen alle anderen folgen. Deshalb haben alle größeren Artillerien seit Jahren sich mit Versuchen zur Ausgestaltung eines neuen Feldgeschützes beschäftigt. Deutschland hat 1898 begonnen, seine Feldartillerie mit einem Schnellfeuergeschütz von 7,7 cm Kaliber, welches die Bezeichnung C/96 trägt, auszurüsten. Auch in Frankreich soll 1899 ein Schnellfeuerfeldgeschütz angenommen sein, dessen Einrichtung noch nicht genau bekannt ist. Eine der größten Konstruktionsschwierigkeiten ist die Aufhebung oder Beschränkung des Rücklaufs, ohne welche ein Schnellfeuer unerreichbar ist. So leicht diese Bedingungen bei den Schiffslafetten sich erfüllen ließen, so schwer machen es die Räderlafetten der Feldartillerie, deren ganze Einrichtung auf dem Grundsatz leichter Fahrbarkeit und Beweglichkeit beruht.

Die Lafetten der Neuzeit. Panzertürme.

Die gesteigerte Rückstoßkraft der Geschütze hat die Verwendung von Stahl und Eisen an Stelle des Holzes zur Herstellung der Lafetten immer mehr notwendig gemacht, so daß heute kaum noch auf irgend einem Verwendungsgebiet der Artillerie hölzerne Lafetten zu finden sind. Die Feldartillerie, die aus anderen Rücksichten das Holz ungern aufgab, hat doch mit ihren nach dem Kriege von 1870/71 entstandenen Geschützen Lafetten aus Stahlblech gepreßt erhalten. Nur für die Räder hat sich bisher das Holz noch nicht entbehren lassen, so viele Konstruktionen von Stahlrädern auch bereits versucht wurden. Dasselbe gilt auch für die Gebirgsartillerie, für welche noch die Bedingung hinzukommt, daß das Geschütz leicht in Teile zerlegbar ist, die sich bequem auf dem Tragesattel der Tragtiere (meist Maulesel) verpacken lassen und getragen werden können (Abb. 1246

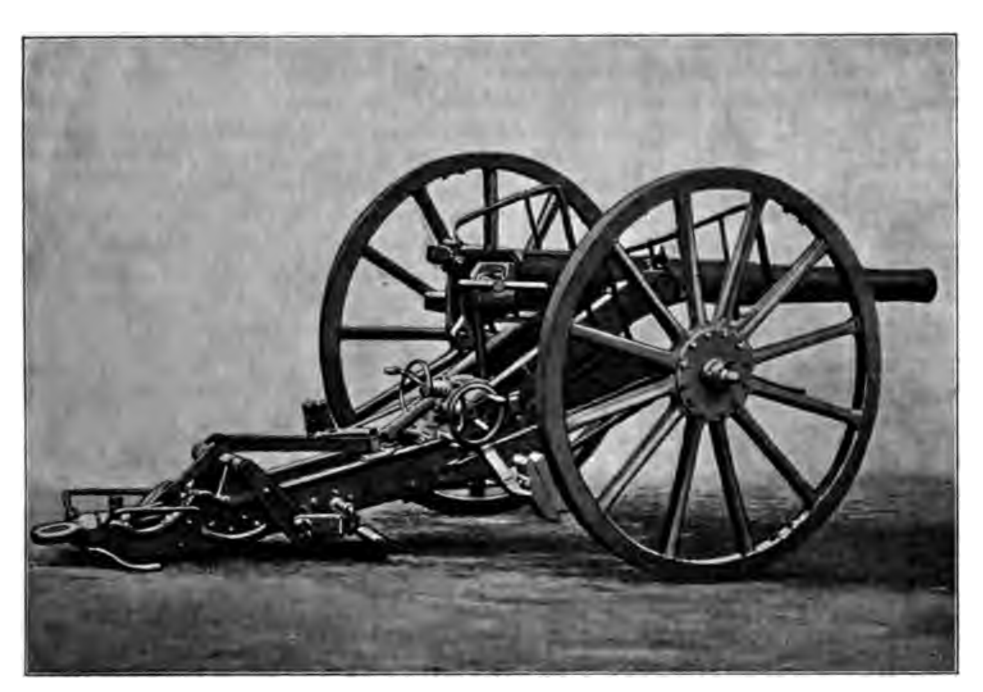
und 1247). Im übrigen sind die Gebirgsgeschütze als kleine Feldgeschütze anzusehen, weshalb für ihre Einrichtung als Schnellfeuergeschütze im allgemeinen dasselbe gilt, wie für letztere.

Die Ende der achtziger Jahre begonnene Konstruktion der Feldlafetten hatte in der Herstellung einer zweckmäßigen Rücklaufshemmung die größten Schwierigkeiten zu überwinden. Ungehemmte Feldgeschütze pflegen beim Schuß 3 bis 5 m, nicht selten noch weiter, je nach der Bodenfestigkeit, zurückzulaufen. Es macht das Vorbringen in die alte Feuerstellung und das Richten zum nächsten Schuß so zeitraubend, daß von einem Schnellfeuer keine Rede sein kann. Das vollständige Aufheben des Rücklaufs ist aus technischen Gründen nicht erreichbar, weshalb man sich mit einem Beschränken desselben auf ein geringes Maß begnügt, aber meist mit der Hemmung eine Einrichtung verbindet, die das Geschütz selbstthätig in die Feuerstellung wieder vorbringt, so daß das Richten nur einer Nachhilfe bedarf. Die Hemmung besteht in der Regel aus einem stählernen Bremsblatt, dem

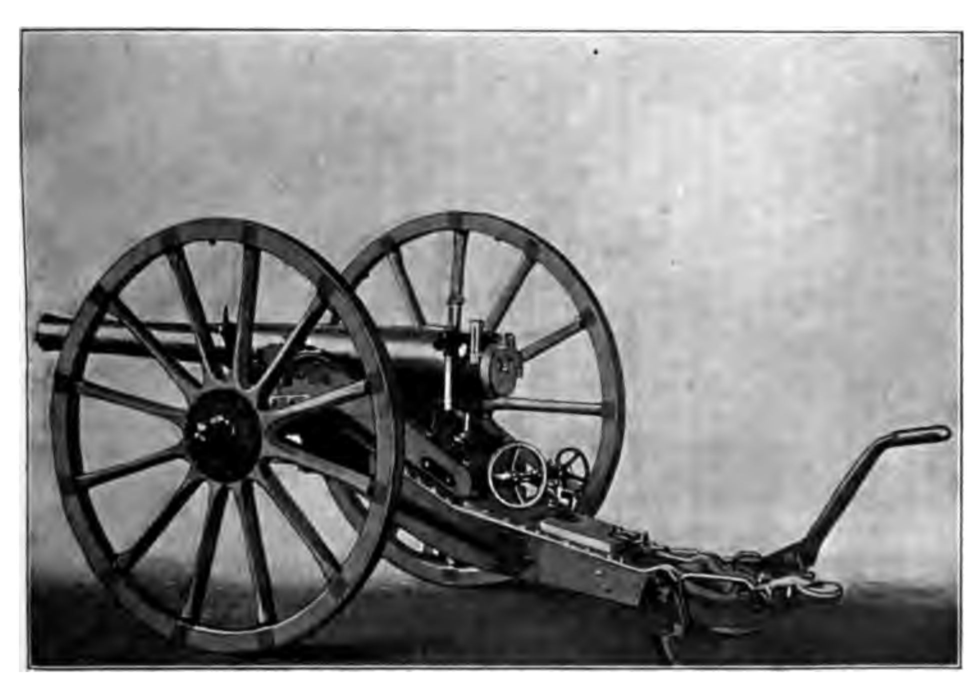


1247 Krupps spanische 5 cm Schnellfeuer-Gebirgskanone L/14 in zerlegbarer Lafette.

Sporn (Abb. 1248 u. 1249), der drehbar unter dem Lafettenschwanz angebracht und mit einer Feder verbunden ist, die zusammengedrückt wird, sobald sich beim Rückstoß der Sporn in den Boden eingräbt. Die in der Feder aufgespeicherte Rückstoßkraft genügt, das Geschütz nach beendetem Rücklauf in die Feuerstellung vorzuschieben. Um aber dann für die Seitenrichtung den Sporn nicht aus dem Boden heben zu müssen, wodurch sein Vorteil zum Teil wieder verloren ginge, liegt das Geschützrohr in einer nach rechts und links um je 3 bis 4° schwenkbaren Oberlafette, die sich um einen senkrechten Zapfen über der Geschützachse dreht, oder das Geschützrohr liegt, wie das deutsche C/96 (Abb. 1250), mit einem senkrechten Schildzapfen in einem Rohrträger (Abb. 1251), dessen wagerechte Schildzapfen sich in den Wänden der Hauptlafette drehen (Abb. 1252). Dieses Geschütz besitzt einen nicht federnden Sporn H, der um die Protzöse B nach oben herumgeklappt wird und auf der Lafette liegt, wenn auf weichem Boden die einstellbare Seilbremse, deren Seil h zweimal um die Radnabe geschlungen ist und den Bremsklotz m beim Rücklauf gegen den Radreifen preßt (jedes Rad hat eine solche Bremse für sich), allein den Rücklauf hemmen soll. Da die elastische Auffangung des Rückstoßes für die Haltbarkeit der Lafette wesentlich vorteilhafter ist, als der starre Sporn, so erklären sich daraus die vielen Konstruktionen gefederter Sporne. Krupp läßt durch den schwingenden Sporn eine zwischen den Lafettenwänden liegende Reihe von Teller-(Belleville-)Federn beim Rücklauf zu-

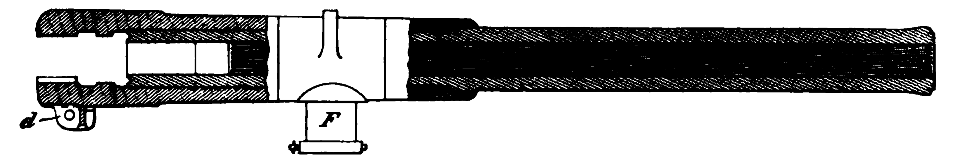


1248. Krupps 7,5 cm Schnellfeuerkanone L/28
in Feldlafette mit ausschaltbarem federnden Sporn mit Stellvorrichtung. — Sporn ausgeschaltet
(Achse des Sporns über dem Lafettenschwanz).



1249. Krupps 7 cm Schnellfeuerkanone L/26
mit Schraubenverschluß in Feldlafette mit einfachem Zungensporn mit Scheibenfedern
ohne Fahrbremse und ohne Achssitze.

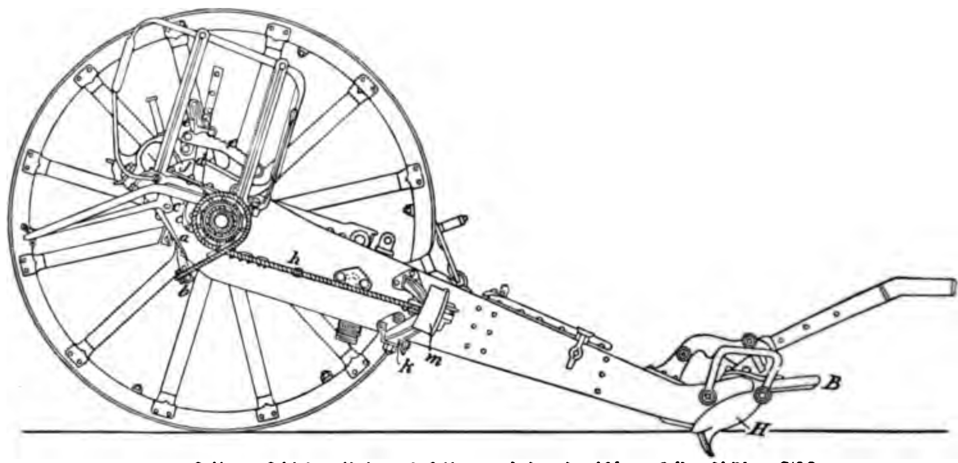
sammendrücken, deren Spindel sich hierbei durch eine einstellbare Reibungsbremse schiebt. Der Sporn der Darmancier-Vickers-Lafette ist an einer langen, unter den Lafettenwänden liegenden Federspindel befestigt, deren oberes Ende mit der Geschützachse oder der Stirn der Lafette verbunden ist, so daß das ganze Geschütz auf der feststehenden Bremse zurückläuft, ist aber außerdem mit einer hydraulischen Bremse, über deren Zweckmäßigkeit für den Feldgebrauch die Ansichten sehr auseinandergehen, verbunden. Die in Frankreich 1895 eingeführte kurze 12 cm Feldkanone (Abb. 1253) ist, ähnlich den Schiffskanonen, mit einer unter dem Geschützrohr liegenden hydropneumatischen Rücklaufbremse versehen, deren Kolbenstange am Bodenring des in einem Mantel zurückgleitenden Rohres befestigt



1250. Senkrechter Längendurchschnitt durch das deutsche Feldgeschützrohr C/96.



1251. Rohrträger mit Seitenrichtmaschine.

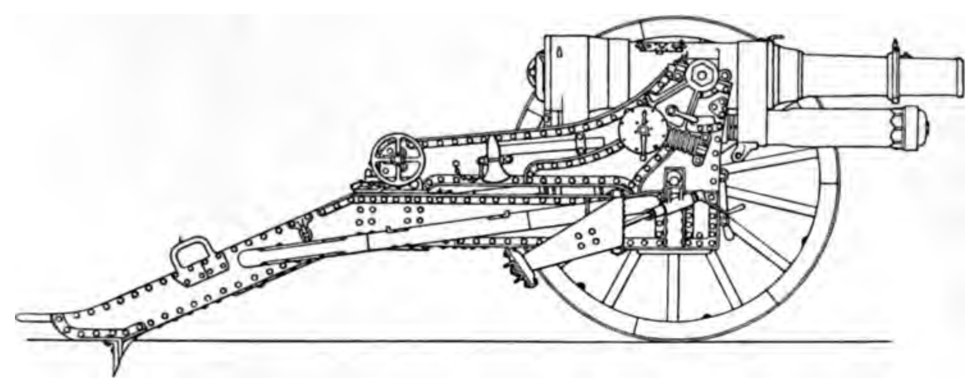


1252. Seitenansicht der linken Lafettenwand des deutschen Feldgeschützes C/96.

ist; der Mantel liegt mit den Schildzapfen in der auf der Hauptlafette schwenkbaren Oberlafette. Die Wände dieser Lafette sind aus Blechen und Winkeleisen zusammengenietet, Krupps Lafette ist aus einem Stück Stahlblech durch Pressen trogförmig hergestellt und hat daher weder Niete, noch die Wände verbindende Riegel. Ein befriedigendes Feldgeschützrad aus Stahl ist noch nicht gelungen. Das Hemmen des Rücklaufs hat, besonders beim starren, manchmal aber sogar beim gefederten Sporn, ein Aufbäumen des Geschützes, wobei die Räder sich von der Erde erheben, zur Folge. Zur Verminderung desselben hat man die Achse durch die Lafettenwände gesteckt, wodurch der Lafettenwinkel verringert und das Geschützrohr tiefer gelegt wurde.

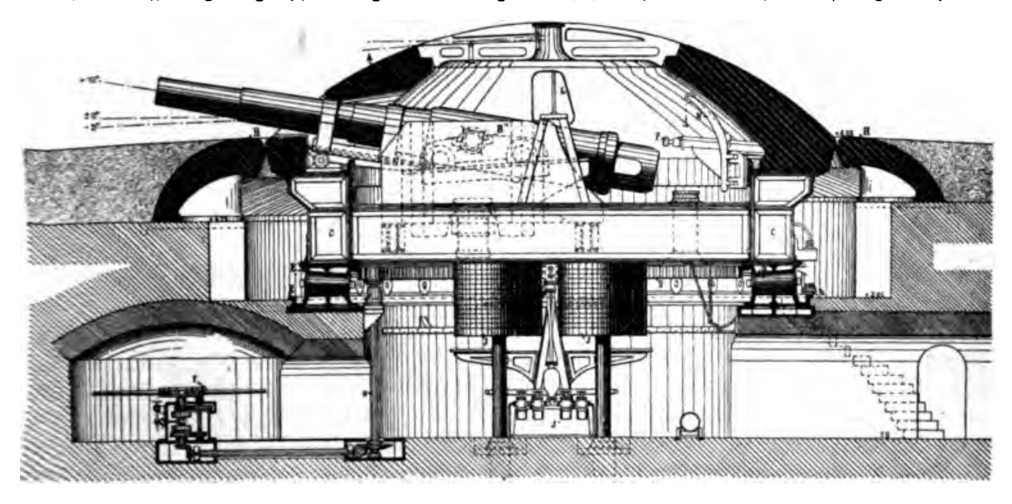
In der Belagerungs- und Festungsartillerie hat sich infolge der um die Mitte der achtziger Jahre eingeführten mit einem heftig wirkenden Sprengstoff gefüllten „Sprenggranaten", sowie der Schrapnels aus Mörsern und Haubitzen eine vollständige Umwälzung vollzogen, welche durch die Einführung von Panzertürmen charakterisiert ist.

Um die Feuerkraft der Geschütze sich möglichst lange zu erhalten, namentlich an solchen Punkten, die für die Verteidigung der Festung von besonderer Wichtigkeit sind, stellte man dort mit einem, zuweilen mit zwei Geschützen armierte **Panzertürme** auf. Zur zweckmäßigen Ausnutzung des teueren Panzerschutzes waren hier die Schnelladekanonen besonders am Platz. Die Anregung ging vom preußischen Oberstleutnant a. D. **Schumann** aus, der Anfang der achtziger Jahre seine Panzerlafetten, welche die Grundlage einer



1253. Französische kurze 12 cm Feldkanone.

Panzerbefestigung bilden sollten, konstruierte. Zur Ausführung seiner Idee verband er sich mit **Gruson**, der bereits 1873 seinen ersten kuppelförmigen Hartguß-Panzerturm gebaut hatte. Die aus einer Anzahl Hartgußplatten zusammengesetzte Kuppel wird von einem Unterbau getragen (Abb. 1254), der mit einem Rollenkranz auf einer ringförmigen Rollbahn steht und auf dieser um seine Achse drehbar ist. Damit das Geschütz durch die Schartenöffnung möglichst wenig an Deckung einbüßt, konstruierte er für diesen Zweck seine



1254. Grusons Hartgußpanzerturm mit Handbetrieb für zwei 30,5 cm Kanonen L/35 in Minimalschartenlafette C/1884/85.

in Abb. 1255 dargestellte Minimalschartenlafette mit hydraulischer Rücklaufbremse und hydraulischer Hebevorrichtung. Wenn das Geschützrohr seine Höhenrichtung erhält, dreht es sich um einen ideellen Punkt in der Schartenmitte, so daß für die Scharte nur eine minimale Größe, dem Geschützkopf entsprechend, erforderlich ist. Solche Hartgußtürme mit Minimalschartenlafetten sind nach und nach für alle Geschütze, bis zu den größten Kalibern, gebaut worden. So wird die Hafeneinfahrt von Spezia durch zwei Hartguß-Panzertürme verteidigt (1887 erbaut), die mit je zwei Kruppschen 40 cm Kanonen L/35

von 120 t Rohrgewicht armiert sind. Unsere Abb. 1254 stellt einen ähnlichen mit zwei 30,5 cm Kanonen armierten Panzerturm dar, dessen Kuppel von 8,5 m innerem Durchmesser aus 13 Platten von zusammen 843000 kg Gewicht zusammengesetzt ist. Die schwerste dieser Platten wiegt 60000 kg. Der den Unterbau schützende Vorpanzerring aus Hartguß besteht aus 14 Platten von 564000 kg Gewicht. Jedes Geschützrohr wiegt 56850, seine Lafette 23000 kg.

Von den Panzertürmen unterscheiden sich die Panzerlafetten dadurch, daß sie grundsätzlich nur für ein Geschütz (obgleich auch in besonderen Fällen solche für zwei Geschütze gebaut worden sind) eingerichtet sind, welches keinen Rücklauf hat, der Rückstoß wird von der Panzerkuppel aufgefangen, zu welchem Zweck sich das Geschützrohr (Abb. 1256) bei seiner Höhenrichtung in einer Art Lafette bewegt, die mit der Panzerdecke fest verbunden ist. Die Kuppel liegt zum Schuß fest auf dem Vorpanzerring, wie in der Abbildung, so daß der Rückstoß sich auf diesen überträgt. Um dem Geschütz die Seitenrichtung geben zu können, wird es mit der Säule, auf welcher die Panzer-



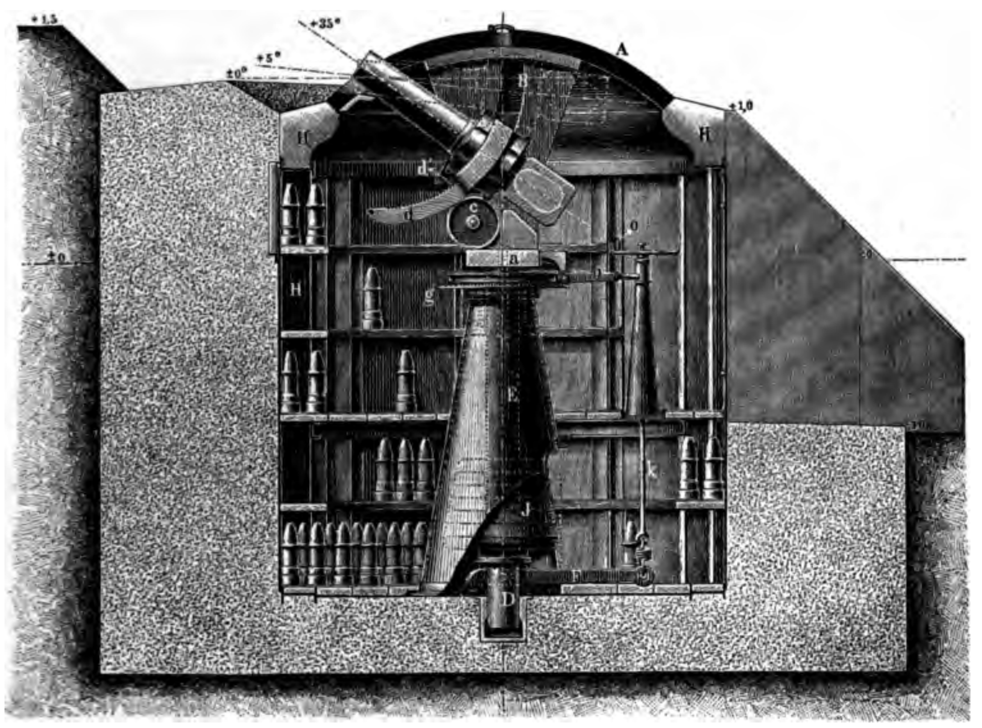
1255. Grusons hydraulische Minimalschartenlafette C/84.

decke, wie ein Schirm auf seinem Stock, ruht, mittels eines Windewerkes angehoben. Die gleiche Einrichtung haben die 15 cm Panzerlafette für Kanonen und die Panzerlafetten für 12, 15 und 21 cm Haubitzen. Die kleineren Kanonen von 5,7, 5,3 und 3,7 cm Kaliber liegen in einem fahrbaren Panzerturm, wie ihn Abb. 1257 darstellt. Der Panzerturm, der etwa 50 Zentner wiegt, ist fahrbar, damit er leicht seine Stelle wechseln kann, wie es die Verteidigung des Geländes vor Festungen erfordert. Er wird in die Laufgrabenbrustwehr von Vorpostenstellungen so eingegraben, daß nur noch gerade das Geschützrohr über die Brustwehrkrone hinwegschießen kann und die Eingangsthür, auf welcher der Kutscher sitzt, frei ist. Da die gewölbte Decke des Turmes selbst von 15 cm Granaten nicht durchschlagen wird, so besitzt dieser Panzer bei der Feuerschnelligkeit seines Geschützes von etwa 30 Schuß in der Minute eine sehr bedeutende Kampfkraft, weshalb seine Verwendung zur Verteidigung befestigter Stellungen im Feldkriege in Aussicht genommen ist.

Aber nicht überall in Festungen, besonders bei Belagerungen nur in beschränktem Maße werden sich gepanzerte Geschütze verwenden lassen, da treten dann die alten Wandlafetten, natürlich aus Eisen und in moderner Ausstattung, wieder in ihr Recht. Für die Kanonenlafetten ist jedoch, wie Abb. 1258 zeigt, die hohe Lage des Geschützrohrs in einem auf den Lafettenwänden stehenden dreieckigen Bock charakteristisch, damit das Geschütz über die Brustwehr ohne Scharte hinwegfeuern kann, denn die Scharte würde der Bedienung

die Deckung gegen feindliches Feuer vermindern. Für die Mörser dagegen, die mit großen Erhöhungen schießen, sind Räderlafetten zum Schießen nicht anwendbar, weil der mehr nach unten gerichtete Rückstoß die Räder zertrümmern würde. Die Lafette für Mörser gleicht daher, wie Abb. 1259 erkennen läßt, mehr der Oberlafette von Küstengeschützen. Die Lafette gestattet Erhöhungen des Rohres bis zu 75°. Die kleinen Eisenräder werden nur beim Schießen aufgesteckt, sie vermitteln das selbstthätige Vorlaufen des Geschützes, wenn dasselbe beim Rücklauf auf die Hemmkeile hinaufgelaufen und dadurch vorn von den kleinen Rädern getragen wird. Für den Marsch werden hohe Speichenräder auf die Achse gesteckt.

Die **Küstenartillerie** bedarf zur Bekämpfung der großen Schlachtschiffe mit ihren dicken Panzern der schwersten Geschütze. Während man auf den Schiffen, um sie zu entlasten, in neuerer Zeit nicht mehr so große Geschütze, wie früher, aufzustellen pflegt, ist



1256. Grusons Panzerlafette für eine 12cm Schnellfeuerhaubitze L/13.

eine solche Beschränkung auf dem Lande nicht geboten, und man darf sich hier die Vorteile des großen Kalibers schon gefallen lassen. Wenn diese nicht in Hartgußpanzertürmen, wie der in Abb. 1254, oder in Panzerbatterien stehen und hier auch in Minimalschartenlafetten liegen, dann pflegen sie in offenen Küstenbatterien zu stehen und über deren Brustwehr hinweg zu feuern. Abb. 1260 zeigt eine solche Lafette, die mit den 4 Rollrädern auf Schienen steht, auf welchen das Geschütz beim Richten nach der Seite geschwenkt wird. Die Schienen sind deshalb kreisförmig um einen in der hinteren Brustwehrböschung liegenden Mittelpunkt, das Pivot, gebogen. Der Rahmen ist mittels einer Schiene, welche sich beim Schwenken um den Pivotzapfen dreht, mit diesem verbunden (Vorderpivotlafette).

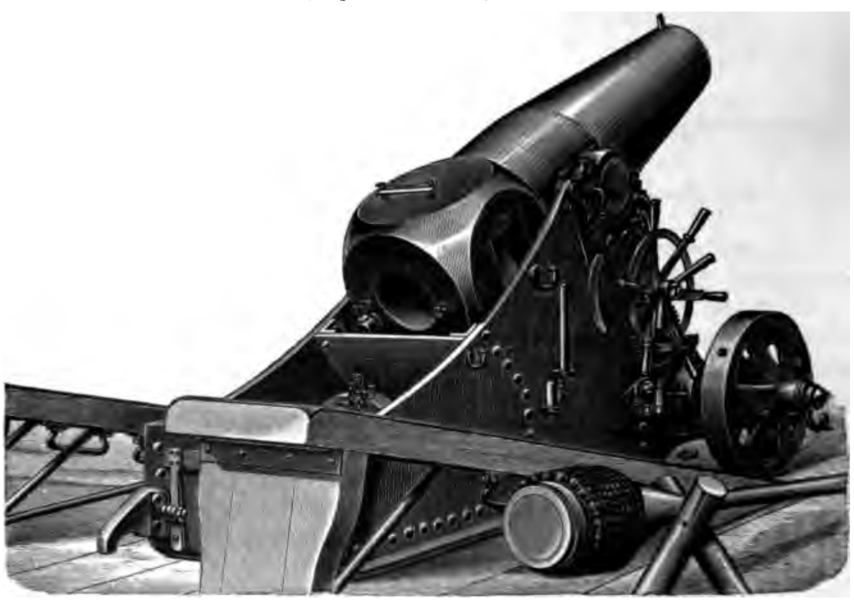
Der schwächste Punkt der Panzertürme ist ihre Scharte, weil hier das Geschütz mit seiner Mündung schutzlos dem feindlichen Feuer ausgesetzt ist. Ohne Scharte läßt sich aber nicht schießen. Um dieselbe jedoch dem feindlichen Feuer zu entziehen, wird der Turm beständig gedreht, er ruht nur im Augenblick des Abfeuerns und dreht sich dann sogleich weiter. Da es sich aber nur darum handelt, die Geschützmündung dem feindlichen Feuer



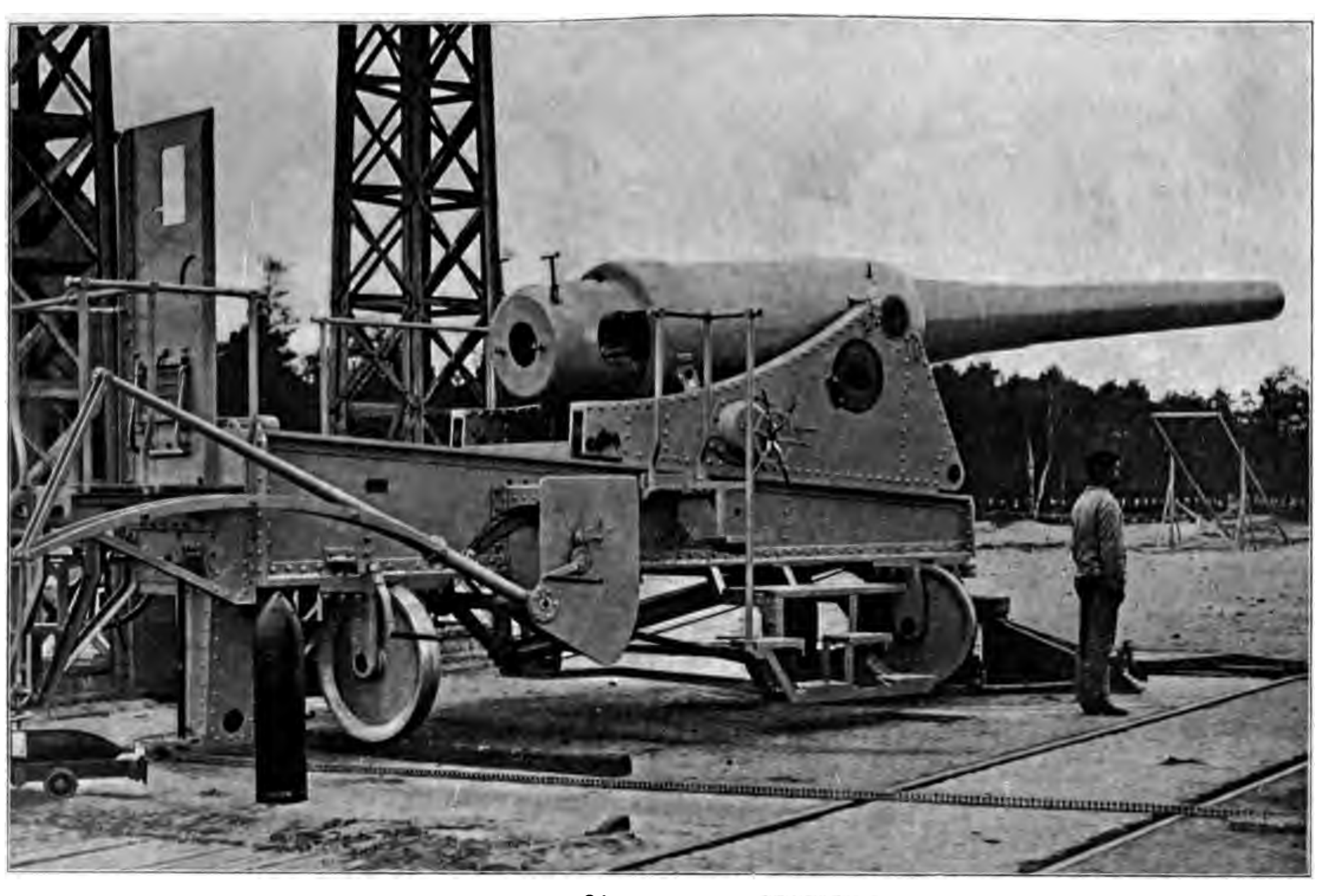
1257. Grusons 5,3 cm fahrbare Panzerlafette.



1258. 15 cm Ringkanone in Belagerungslafette C/72.

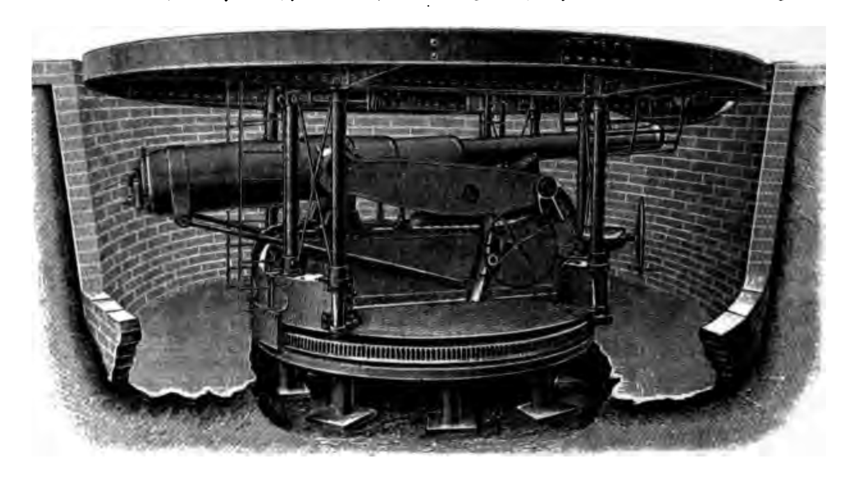


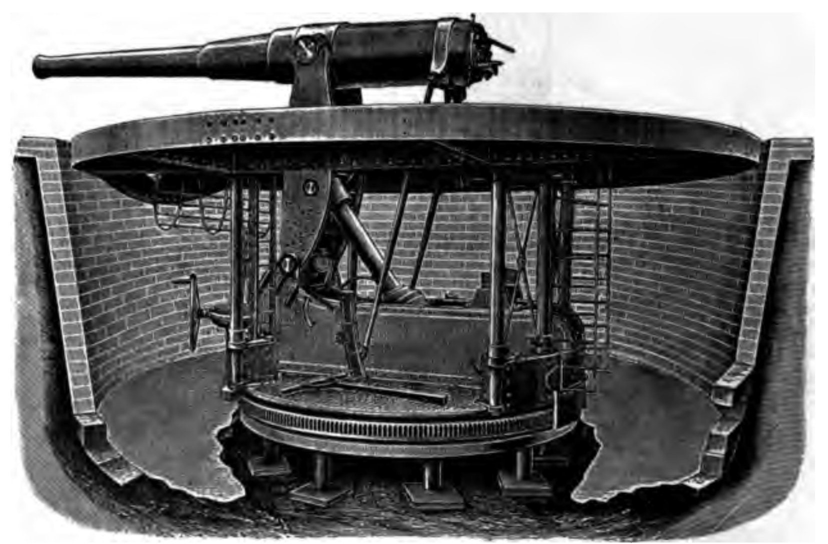
1259. 21 cm Mörser in eiserner Belagerungslafette.



1260. Krupps 24 cm Kanone in Küstenlafette.

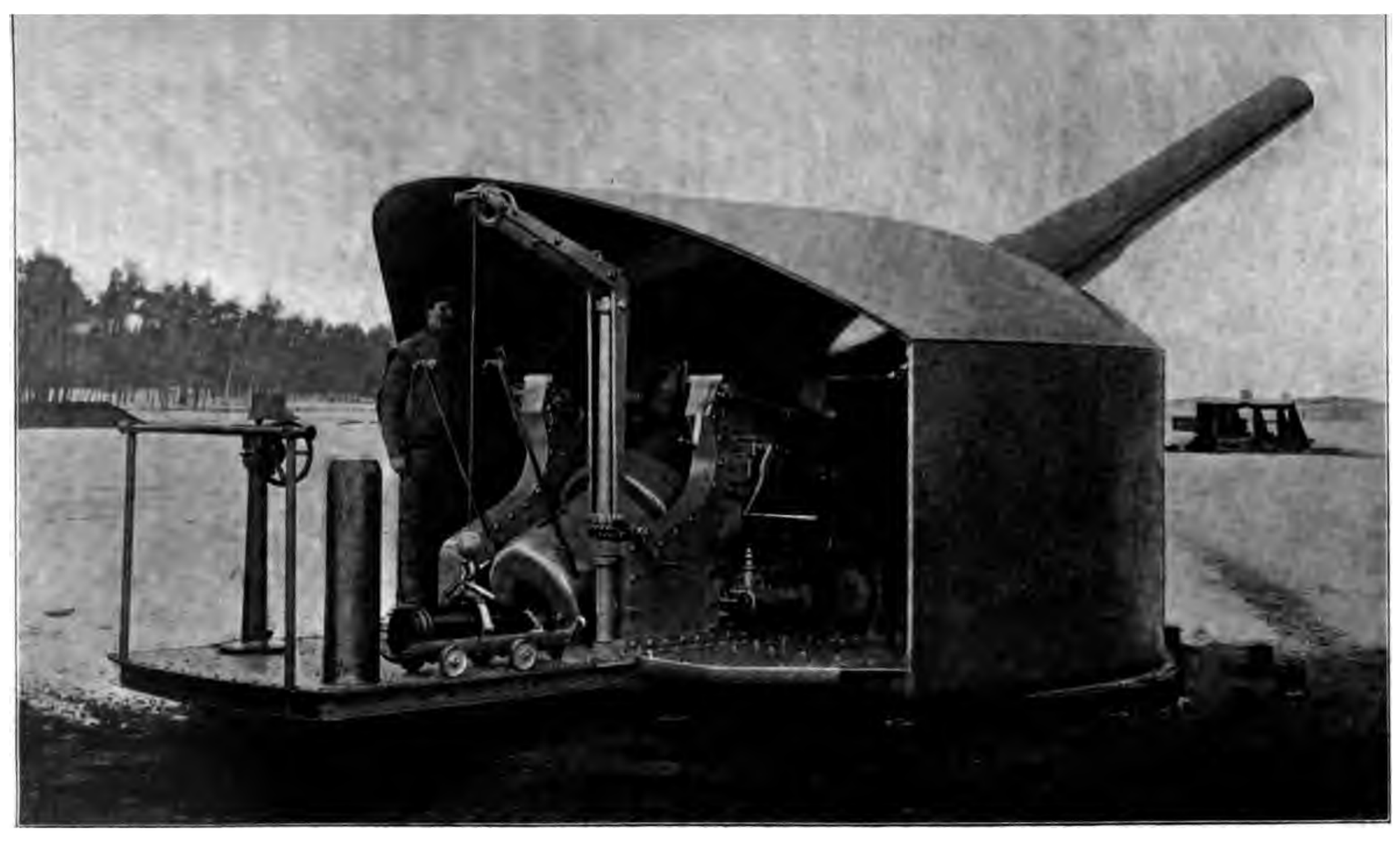
zu entziehen, so läßt sich dies ja auch noch in anderer Weise erreichen, indem man z. B. den Turm versenkt, so daß die Scharte durch den Vorpanzer verdeckt wird, wie bei den von Schumann konstruierten und von Gruson hergestellten versenkbaren Panzerlafetten, bei denen die gewölbte Panzerdecke auf einem cylindrischen Panzerring ruht, der die Scharte enthält. Durch eine mechanische Vorrichtung wird der Turm so weit gehoben, daß der Schuß über den Vorpanzer hinweggeht. Oder indem man das ganze Geschützrohr hinter eine deckende Brustwehr sich herabsenken, verschwinden und nur zum Schuß sich wieder über dieselbe hinaufheben läßt. Die Idee solcher Verschwindungslafetten





1261 u. 1262. Verschwindendes Geschütz. Nach „Engineering".

ist nicht neu, sie ist in verschiedener Weise bereits seit Ende des 18. Jahrhunderts hier und da zur Ausführung gekommen, ohne zu praktischer Bedeutung zu gelangen; dazu kam es erst, als der Engländer Moncrieff Mitte der fünfziger Jahre eine Lafette baute, welche die Kraft des Rückstoßes beim Schießen mechanisch zur Arbeit derart verwertete, daß das Geschützrohr aus der hohen Feuerstellung in die tiefe und gedeckte Ladestellung hinabgesenkt und hierbei der Kraftüberschuß durch Heben von Gewichten in diesen aufspeicherte. Dieser Kraftvorrat genügte, nach dem Auslösen der Hemmung der gehobenen Gewichte, das Geschützrohr, indem die Gewichte sich senkten, in die Feuerstellung hinaufzuheben.



1263. Krupps 21 cm Schnellladekanone L/40 in Mittelpivotlafette mit elektrischem Antrieb.

Diese Idee der Ausnützung der Rückstoßkraft zum Bethätigen einer Verschwindungslafette ist seitdem in verschiedener Weise ausgeführt worden. Am meisten ist in der Küstenverteidigung Englands und Italiens Armstrongs hydropneumatische Verschwindungslafette zur Anwendung gekommen, von welcher die Abb. 1261 und 1262 eine Anschauung geben. Durch das vom Rückstoß nach hinten herabsinkende Geschützrohr wird ein Kolben in einen mit Flüssigkeit gefüllten Cylinder hineingestoßen und dadurch eine gewisse Menge Flüssigkeit aus diesem verdrängt und in Cylinder getrieben, die mit etwa auf 70 Atmosphären verdichteter Luft gefüllt sind; durch die hineintretende Flüssigkeit wird dieselbe noch mehr verdichtet und die Flüssigkeit wieder hinausgetrieben, sobald der Widerstand aufhört oder nachgibt. Dieser Augenblick tritt ein, sobald die Hemmung, welche das Geschützrohr in der gesenkten Ladestellung festhält, ausgelöst wird. Die Druckluft preßt die Flüssigkeit in ihren Cylinder zurück, treibt den Kolben hinaus und hebt damit das Geschützrohr in die Feuerstellung hinauf. Das Geschütz steht in einer ausgemauerten Grube, deren oberer Rand sich mit der Erdoberfläche vergleicht, so daß das Geschütz von fern gar nicht gesehen oder aufgefunden werden kann. In Nordamerika sind Verschwindungslafetten noch anderer Systeme, die aber alle vom Rückstoß bethätigt werden, versucht und angewendet worden.

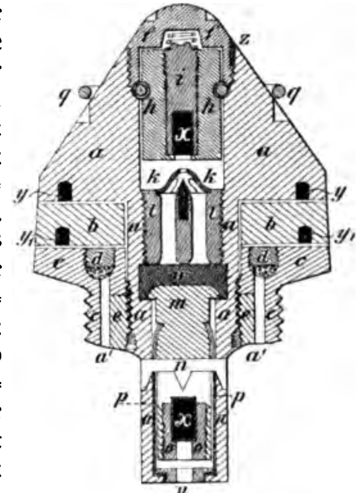
Die Schiffslafetten haben unter dem Einfluß der Schnellladekanonen eine wesentliche Umgestaltung erfahren, die zu deren Vereinfachung beigetragen hat. Das Schlingern der Schiffe erfordert Vorkehrungen zum Festhalten des Geschützes auf bestimmter Stelle während seines Nichtgebrauchs; dazu dienen bei den Rahmenlafetten Bremsen und Zurrungen. Heute haben fast nur Turmgeschütze noch Rahmen, auf denen die Oberlafette zurückläuft, die anderen Lafetten sind Mittelpivot-Lafetten, die sich auf einem Untersatz, oder mit einer Drehscheibe, auf welcher sie feststehen, drehen. Man vergleiche die Ansichten der Schnellfeuerkanonen. Unsere Abb. 1263 zeigt eine Kruppsche 21 cm Kanone, die gleich den Schnellfeuerkanonen in einer kleineren Oberlafette liegt, welche auf den nach vorn geneigten Oberkanten der hohen Rahmenwände zurückgleitet, und hierbei durch hydraulische Bremsen aufgehalten wird. Der Rahmen steht auf einer Drehscheibe, an deren Vorderwand der kappenförmige Panzerschutzschild befestigt ist, der sich also mit dem Geschütz dreht. Die Drehscheibe ruht auf einem Kugelkranz, der das Drehen um den Mittelzapfen erleichtert. Dieses Schwenken wird ebenso wie das Erhöhen und Senken des Rohres beim Richten und das Heben der Geschosse mittels des Geschoßkrans mit elektrischem Antrieb ausgeführt, der von der Säule auf dem Geschützführerstand aus durch den Geschützführer geleitet wird. Die großen Turmgeschütze haben noch meist hydraulischen Betrieb, weil diese Betriebsweise die Kraftübertragung zu den verschiedenen Sondermaschinen für die Bedienung des Geschützes in bequemer Weise gestattet, was der Dampfbetrieb schwer ermöglicht. An die Stelle der hydraulischen treten in neuerer Zeit immer mehr elektrische Betriebseinrichtungen. Sie dienen beim senkrechten Keilverschluß zum Heben und Senken des Verschlußkeils im Geschützrohr, zum Heben der Munition hinter dem Geschütz, zu deren Einsetzen in das Geschütz (Laden), zum Betriebe der Höhenrichtmaschine, Schwenken des Geschützes u. s. w.

Die Herstellung der Geschosse und Geschützrohre.

Die Geschosse. Die Verwendung heftig wirkender Sprengstoffe wie Schießwolle, Pikrinsäure, Melinit und Cresylit (Frankreich), Ecrasit (Österreich), Lyddit (England), Emmensit (Amerika) u. s. w. zur Füllung der Granaten hat es notwendig gemacht, das altehrwürdige Gußeisen zur Herstellung der Geschosse durch Stahl zu ersetzen, welcher nicht in so unzählige unwirksame Stücke zerrissen wird, wie Gußeisen und außerdem dünnere Geschoßwände zuläßt, wodurch der Hohlraum und mit ihm die Sprengladung an Größe gewinnt. Soweit für manche Zwecke Pulvergranaten noch ausreichen, sind diese auch noch aus Gußeisen; die Feldartillerie führt aber nur noch Stahlgranaten. In vielen unserer Abbildungen sind Geschosse dargestellt, deren äußere Gestalt in ihnen erkenntlich ist. Für die Feldartillerie ist das Schrapnel Hauptgeschoß, dessen Mantel aus sehr zähem Stahl mit einer Wanddicke von etwa 5 mm hergestellt ist. Dadurch ist ein Hohlraum

für eine möglichst große Anzahl Füllkugeln (das deutsche Feldschrapnel enthält deren 279 Stück von 11,1 g Gewicht) gewonnen, deren Wirkung auch die Geschoßwirkung ausmacht. Die Granat- wie die Schrapnelmäntel werden in hydraulischen Pressen durch Stanzen und Ziehen hergestellt. Stahlgußgeschosse sind nicht gebräuchlich.

Für die Wirkung des Geschosses ist der **Zünder** von größter Wichtigkeit, der in der kurzen Zeit des Bestehens der gezogenen Geschütze eine außerordentlich große Zahl von Entwickelungsstufen durchlaufen hat. Der preußische Aufschlag- (Perkussions-) Zünder wurde 1858 vom General v. **Neumann** vorgeschlagen. Seine Wirkungsweise beruht auf dem Beharrungsvermögen eines beweglichen Nadelbolzens, der in dem Augenblick, in dem sich die Fluggeschwindigkeit des Geschosses plötzlich verlangsamt, weiter, also nach vorn fliegt, wobei dessen Nadel ein Zündhütchen ansticht, welches dadurch zur Explosion kommt und die Sprengladung entzündet. Für Schrapnels ist ein solcher Zünder nicht geeignet, weil beim Aufschlag auf die Erde in dieser in der Regel viele Kugeln stecken bleiben. Das Schrapnel muß, wie bereits früher gesagt wurde, in der Luft in bestimmtem Abstande vor dem Ziel und in gewisser Höhe über dem Erdboden zerspringen. Dies ermöglichte der 1864 vom preußischen Hauptmann **Richter** erfundene **Zeitzünder**, dessen auf bestimmte Brennzeit einstellbarer Satzring (eine ringförmige Satzsäule wurde zuerst vom belgischen General Bormann 1835 und das Tempieren desselben durch Drehen einer Zündscheibe zuerst von **Breithaupt** 1849 angewendet) durch einen Perkussionszünder beim Abfeuern des Geschützes entzündet wurde. Diese beiden Zünder haben sich unter Festhalten des Grundgedankens nach und nach jeder für sich weiter entwickelt, bis man Mitte der achtziger Jahre den sogenannten **Doppelzünder** herstellte, der aus je einem vollständigen Brenn- und Aufschlagzünder besteht und so eingerichtet ist, daß, je nach der Einstellung, entweder nur der Aufschlag-, oder der Brennzünder zur Wirkung kommt, bei letzterer Einstellung aber sprengt schließlich doch der Aufschlagzünder das Geschoß, wenn der Brennzünder versagt haben sollte.



1264. Deutscher Doppelzünder C/92.

Ein solcher Doppelzünder ist in Abb. 1264 dargestellt. y und y¹ sind die beiden Satzringe, jeder durch eine Brücke aus dem Zündermetall unterbrochen, von denen der obere, y, an dem einen Ende entzündet, abbrennt, bis sein Feuer durch ein Brandloch den unteren Satzring y¹ entzündet. Das ringförmige Satzstück b ist um a drehbar und läßt sich auf bestimmte Brennzeit nach einer am Außenrande angebrachten Einteilung einstellen. Ist die Brenndauer erreicht, dann entzündet sein Feuer die Schlagladung d durch einen in der Zeichnung nicht sichtbaren Seitenkanal; die Flamme der Schlagladung bringt durch die Kanäle zwischen c und e zur Sprengladung und bringt diese zur Explosion. Die Entzündung des Satzringes y geschieht in folgender Weise: Nach dem Herausziehen des Vorsteckers q, der zur Sicherung des Zünders bis zum Laden des Geschützes dient, fliegt der Zündbolzen h durch den Stoß beim Abfeuern nach rückwärts, drückt die Schutzkappe k flach, so daß das Zündhütchen x auf die Spitze der Nadel trifft; dadurch wird das Zündhütchen entzündet, dessen Flamme durch einen Seitenkanal y und durch die Kanäle l das große Pulverkorn w in Brand setzt. Jetzt ist der Brennzünder in Thätigkeit, und der Aufschlagzünder ist durch Verbrennen von w scharf geworden. Macht jetzt das Geschoß einen Aufschlag, so fliegt der Schlagbolzen m nach vorn, während die Nadel n, die durch einen Schlitz in m hindurchgeht und in der Zünderröhre a vernietet ist, an ihrer Stelle bleibt. Das in dem Schlagbolzen m sitzende Zündhütchen x wird deshalb von der Nadel n angestochen und entzündet, die Flamme schlägt durch den Kanal u und entzündet die Sprengladung. Soll der Brennzünder gar nicht, sondern nur

der Aufschlagzünder bethätigt werden, d. h. zur Wirkung kommen, so wird die Brücke des unteren Satzringes vor das Brandloch zum oberen Ringe gestellt, dann kann das Feuer nicht zur Schlagladung durchschlagen.

Doppelzünder, in welchen derselbe Konstruktionsgedanke nur in anderer Weise zur Ausführung gekommen ist, befinden sich in allen Artillerien im Gebrauch.

Die Anfertigung der Geschützrohre. Das jahrhundertelang zur Herstellung von Geschützrohren verwendete Gußeisen wird heute zu diesem Zweck nirgends mehr verwendet; wo es noch ausnahmsweise zu Seelenrohren gebraucht wird, ist sein Ersatz durch Stahl nur noch eine Frage der Zeit. Dagegen wird Bronze auch heute noch, wenn auch in geringerem Umfange als früher, zu Festungsgeschützen benutzt.

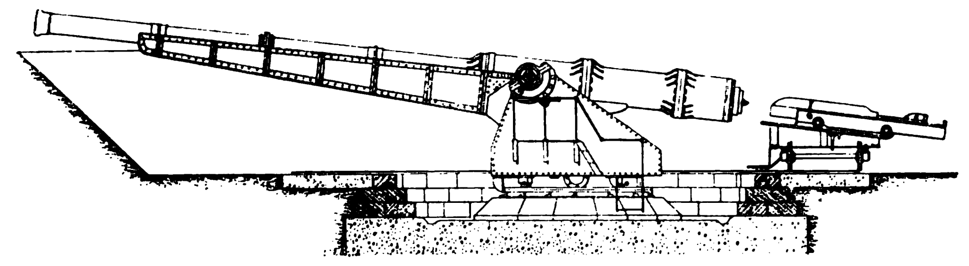
Die österreichischen Feldgeschütze sind aus achtprozentiger **Bronze** (92 Teile Kupfer, 8 Teile Zinn) in gußeisernen Formen über einen eisernen Kern, der die Seele bildet, gegossen. Das schnelle Erstarren der Bronze in solcher Form verhütet ihr Entmischen, das bei langsamem Erkalten in Lehmformen eintritt und wodurch die Festigkeit der Bronze leidet. Durch die auf Mindermaß ausgebohrte Seele werden mittels hydraulischen Druckes Stahlstempel getrieben, deren Durchmesser größer als der der Seele ist, so daß sie das Metall an der Seelenwand verdichten und dadurch härter und fester machen. Dennoch hat sich auf diese Weise nicht verhindern lassen, daß die Bronze durch die heiße Flamme der Pulvergase, besonders des rauchlosen Pulvers, nach und nach abschmilzt und dadurch den Ladungsraum erweitert. In Deutschland hat man deshalb in Hartbronzerohre ein Seelenrohr aus Stahl eingesetzt. Die Nachgiebigkeit der Bronze gegen starken Druck macht sie außerdem wenig geeignet zu Geschützrohren, die einen hohen Gasdruck beim Schießen auszuhalten haben.

Das beste Geschützmetall ist der **Tiegelgußstahl**, der zu großen Geschützrohren nur von **Krupp**, zu kleinen auch von anderen Fabrikanten benutzt wird. Krupp fertigt alle Geschützrohre, die kleinsten wie die größten, daraus. Andere Fabriken verwenden fast ausschießlich Martinstahl zum Teil auch Puddelstahl. Das Herstellen der Ringrohre geschieht im allgemeinen überall in gleicher Weise. Die Gußblöcke aus Tiegel- oder Martinstahl werden unter dem Hammer oder der hydraulischen Presse ausgeschmiedet und auf Bohr- und Drehbänken weiter bearbeitet. Die Ringe haben kalt einen um ein bestimmtes Maß, das Schrumpfmaß, kleineren Durchmesser, als das Rohr, auf welches sie aufgezogen werden, nachdem sie bis zur Rotglut erwärmt worden sind. Beim Erkalten zieht der Ring sich zusammen, wird aber durch das Innenrohr verhindert, seinen ursprünglichen Durchmesser zu erreichen, so daß er dasselbe pressend mit großem Druck umschließt und auf mechanische Weise nicht mehr abzustreifen ist. Das Innenrohr erleidet dadurch eine Zusammenpressung, die so groß sein soll, daß, wenn das Rohr durch den Gasdruck beim Schießen ausgedehnt wird, die von außen nach innen durch die Ringlagen zunehmende Pressung gerade so weit aufgehoben wird, daß alle bis zum äußeren Ringe in natürliche Spannung versetzt werden. Die Richtigkeit dieser Theorie ist durch langjährige Erfahrung bestätigt worden. Theoretisch würde es daher richtig sein, möglichst viele Ringlagen übereinander zu schieben; die Praxis verlangt aber eine Beschränkung auf wenige Ringlagen. Dagegen kommt die von **Longridge** Mitte der fünfziger Jahre vorgeschlagene **Drahtkonstruktion**, welche in England, Frankreich und Nordamerika in neuerer Zeit Gebrauch geworden ist, jener Theorie sehr nahe, doch ist durch die Praxis eine Überlegenheit an Widerstandsfähigkeit gegen den Gasdruck beim Schießen der Drahtrohre über Kruppsche Mantelringrohre noch nirgends nachgewiesen. Bei Herstellung der Drahtrohre wird um das Seelenrohr rechteckiger Stahldraht von großer Zerreißfestigkeit (etwa 180 kg auf den Quadratmillimeter) unter gewisser Spannung in etwa 20 bis 30 Lagen, je nach der Größe des Rohres, aufgewickelt. Über die Drahtumwickelung wird ein Stahlmantel, teils zum Schutz, teils als Schildzapfenträger zur Verbindung des Rohrs mit der Lafette aufgezogen.

Krupp verwendet in neuerer Zeit eine Nickelstahllegierung zu seinen Geschützrohren, die von sehr großer Zerreißfestigkeit ist, so daß seine Ringrohre an Widerstandsfähigkeit den Drahtrohren nicht nachstehen, ihnen aber in Festigkeit des Rohraufbaues jedenfalls überlegen sind.

Besondere Geschützgattungen.

Dynamitkanonen sind Geschütze, welche ihre Geschosse nicht mit Pulver, sondern mittels verdichteter Luft fortschießen, sie würden also, gleich den mit Druckluft schießenden Windbüchsen, besser **Wind- oder Druckluftgeschütze** heißen, wie sie ja auch in ihrem Heimatlande, in Nordamerika „Pneumatic guns“ genannt werden. Dynamitkanonen wurden sie genannt, weil ihr Geschoß mit einer verhältnismäßig sehr großen Sprengladung aus Dynamit gefüllt ist, was damals allerdings das Charakteristische und auch der Zweck des Geschützes war. Es lag auf der Hand, daß die Verwendung von Schießwolle, Dynamit u. dergl. als Sprengladung die Wirkung solcher Granaten außerordentlich steigern würde, als daß es nicht bald sollte versucht worden sein. Aber die große Empfindlichkeit aller dieser Sprengstoffe gegen Stoß und Schlag hatte bei den wiederholten Versuchen stets zur Folge, daß die mit ihnen gefüllten Granaten durch den Stoß beim Abfeuern bereits im Geschützrohr explodierten und dadurch viel Unheil anrichteten. Anfang der achtziger Jahre gelang es zwar in Deutschland, nasse Schießwolle mit Erfolg zu verwenden, jedoch nur aus Wurfgeschützen, aus Mörsern und Haubitzen. Aus Kanonen mit großer Anfangsgeschwindigkeit ließen sich solche Granaten nicht ohne Gefahr verschießen. In Amerika wollte man aber nicht nur aus solchen zur Küstenverteidigung dienenden Geschützen derartige Granaten schießen, sondern man wollte auch das der Schießwolle an Wirkung überlegene



1265. Zalinskysche Dynamitkanone.

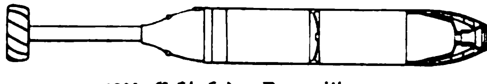
Dynamit als Sprengladung verwenden. Nachdem auch alle Versuche mit gepufferten Geschossen mißlungen waren, versuchte **Zalinsky** 1884 das Schießen mittels Druckluft und bildete sein Geschützsystem mit großem Aufwand von Mühe, Erfindungsgabe und — Geld im Laufe der Zeit zu einem Kunstwerk eigener Art aus.

Die Zalinskysche Dynamitkanone (Abb. 1265) hat 38 cm Kaliber. Das 15 m lange Rohr aus Gußeisen besteht aus 3 Rohrstücken mit Flanschverschraubung, deren hinteres Stück von einem Mantel derart umhüllt wird, daß zwischen beiden ein Spielraum bleibt, der als Luftkammer dient, aus welcher die Luft zum Schuß durch ein Ventil in das Rohr strömt. Zu diesem Geschütz gehört eine Maschinenanlage, welche die Luft auf etwa 140 Atmosphären verdichtet und dieselbe in ein System von Röhren preßt, die innerhalb des Fundamentes liegen, auf welchem das Geschütz steht. Aus ihnen tritt die Luft durch die hohlen Schildzapfen in den Rohrmantel, wo sie noch eine Spannung von 70 Atmosphären hat, so strömt sie in das Rohr hinter das Geschoß. Durch die Menge der Luft, die hineinströmt, werden die Schußweiten reguliert. Dazu dient ein besonderes Ventil, welches zum Durchlaß der erforderlichen Luftmenge eingestellt werden kann und zum Schuß geöffnet wird. Es sind verschiedene Geschosse im Gebrauch, die teils den kalibermäßigen Durchmesser haben und sich nur in ihrer Länge, je nach der Größe der aufzunehmenden Sprengladung in 5 Längen, unterscheiden. Das größte Geschoß von 3,36 m Länge faßt 227 kg Dynamit, das kleinste für 51,25 kg Dynamit ist 1,88 m lang. Alle diese Geschosse haben die in Abb. 1266 dargestellte Form. Der hinten im Geschoß zur Steuerung steckende Holzstab trägt an seinem Ende einen Kranz von 12 spiralförmig gestellten Federn, welche durch das Abströmen der Luft an ihren schräg gestellten Flächen ein Drehen des Geschosses um seine Längenachse vermitteln sollen. Im Kopf des Ge-

schosses steckt der von Zalinsky erfundene elektrische Zünder, welcher beim Aufschlag, sei es auf Wasser oder einen festen Körper (ein Schiff) in eigener Weise bethätigt wird und mit einer gewissen, für das Eindringen erforderlichen Verlangsamung das Geschoß zur Explosion bringen soll. Außer diesen Vollkalibergeschossen soll auch noch in den Fällen, in denen eine geringere Sprengladung ausreicht, ein Kleinkalibergeschoß für 22,7 kg Dynamitladung zur Verwendung kommen. Da dasselbe einen erheblich geringeren Durchmesser als die Geschützseele hat, so erhält es durch zwei, vorn und hinten aufgesteckte Holzspiegel, die sich im Fluge vom Geschoß ablösen, Führung im Rohr. Der hintere Führungsspiegel trägt die schräg gestellten Federn für die Geschoßdrehung. Mit dem größten Geschoß soll eine Schußweite von 1800, mit dem kleinsten von 5000 m erreichbar sein. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind durch Gesetz vom 12. Dez. 1888 40 Mill. Mark zur Beschaffung von 250 solcher Geschütze für die Küstenverteidigung bewilligt worden, es sind auch bereits einige an der Hafeneinfahrt von New York und und S. Francisco aufgestellt.

Die Engländer haben ein ähnliches Geschütz in Milford Haven, dem Vorhafen von Pembroke, zur Küstenverteidigung aufgestellt. Es hat auch 38 cm Kaliber, schießt aber Geschosse von 15,2, 20,3, 25,4 und 38 cm Kaliber, welche auf der Steuerungsstange schraubenförmig gebogene Steuerungsflügel tragen.

Der Engländer Graydon hat noch ein Druckluftgeschütz von anderer technischer Einrichtung in 7 verschiedenen Mustern entworfen, von denen das größte 53,3 cm Kaliber hat, dessen Geschosse mit 544 kg Dynamit geladen sein sollen. Das kleinste von 7,6 cm Kaliber soll nach der kühnen Idee des Erfinders als Feldgeschütz Verwendung finden und ist als fünfläufige Revolverkanone gedacht, welche in der Minute 5 Schuß thun soll; das Geschoß soll 2,7 kg Dynamit enthalten.



1266. Geschoß der Dynamitkanone.

Die Dynamitkanonen sind auch wohl in anderen Ländern versucht worden, aber in ihrer Anwendung auf Amerika und England beschränkt geblieben. Es ist ja selbstverständlich, daß eine so große Dynamitmenge von 227 kg, wenn sie auf oder an einem Schiffe zur Explosion kommt, dieses unfehlbar zu Grunde richtet, aber wenn man das Geschoß mit seiner Steuerungsstange betrachtet, so lassen sich Zweifel in seine nur einigermaßen befriedigende Trefffähigkeit nicht unterdrücken, die um so mehr herabsinken wird, je heftiger der Wind weht — und an der Küste ist es wohl selten windstill. Während des nordamerikanisch-spanischen Krieges trafen die Dynamitkanonen nie dahin, wohin sie gerichtet waren, wodurch jenes Urteil bestätigt wird. Da wir nun aber heute aus unseren großen, ausgezeichnet treffenden Küstengeschützen Granaten mit gewaltiger Durchschlagskraft schießen, die mit Pikrinsäure gefüllt sind, so werden die Dynamitkanonen wohl auf ihr Heimatsland beschränkt bleiben, zumal sie einer sehr umfangreichen und teueren Maschinerie bedürfen. Auf dem sogenannten Dynamitkreuzer Vesuvius, den die Amerikaner mit 3 Dynamitkanonen ausrüsteten, haben sich diese so wenig bewährt, daß das Schiff umgebaut werden soll.

Auch Ericssons Unterwassergeschütz ist über Amerika nicht hinausgekommen. Der große Widerstand, den das Wasser dem Geschoß entgegensetzt, das vom Pulver aus dem unter Wasser in die Schiffswand eingebauten Geschützrohr fortgetrieben wird, ist so groß, daß Schußweiten über 100 m kaum erreichbar sind. Wenn dann das Geschoß keine Kraft mehr hat, nutzt es auch wenig mehr und mit Kampfentfernungen von 100 m wird heute im Seegefecht kaum zu rechnen sein. Für die Fortbewegung eines Geschosses unter Wasser erfordert die Erreichung größerer Schußweiten mehr als einen einmaligen Impuls der Triebkraft, es ist vorteilhafter, diese andauernd wirken zu lassen und deshalb in das Geschoß selbst zu verlegen, wie es beim Torpedo geschehen ist, der deshalb auch das Unterwassergeschütz überflüssig gemacht hat.

Raketen. Am Schlusse unserer Schilderung des Geschützwesens sei noch mit einigen Worten der Raketen, dieser Waffe von einer fast tausendjährigen Geschichte der wechselvollsten Bedeutung gedacht, die heute schon fast zu einer sagenhaften Waffe geworden ist,

obgleich die Österreicher noch 1866 Raketenbatterien in Böhmen, z. B. bei Podol, gegen preußische Truppen verwendeten. Die Rakete ist es, die schon im Altertum, von Chinesen, besonders in Indien, an einen Stab gebunden, ihres Feuers wegen als Waffe verwendet wurde, um die Kriegselefanten scheu zu machen. Die Chinesen gelten denn auch als die Erfinder der Rakete, die aus der gewöhnlichen Treibröhre dadurch entstand, daß man in den Treibsatz eine Höhlung bohrte. Die Höhlung gab der Treibröhre gleichsam Leben, weil sie es bewirkte, daß diese durch die Luft davonflog. Dieser belebenden Eigenschaft wegen soll man die Höhlung Seele genannt haben, eine Bezeichnung, die später auf die Feuerwaffen übertragen wurde und noch heute gebräuchlich ist. Wie heute noch, bestand schon damals die Rakete aus einer cylindrischen Hülse, die über einen Dorn mit Treibsatz vollgeschlagen, oben durch eine massive Satzschicht, die Zehrung, geschlossen und dann an einen Stab gebunden war, der während des Fluges zur Steuerung diente. Die Hülsen waren, wie heute für Luftfeuerwerke, aus Papier gerollt. So wurden die Raketen gegen Ende des 13. Jahrhunderts bereits in Deutschland, 1428 auch gegen die Engländer vor Orléans verwendet. Sie dienten als Leuchtraketen nicht nur Beleuchtungszwecken und zur Zeichengebung — Telegraphieren — sondern auch als Geschosse; 1668 wurden bei Berlin Raketen versucht, die vorn eine Sprenggranate trugen. Auch schon damals wurden die Hülsen, statt aus Papier, aus Eisenblech gefertigt. Dann scheinen die Raketen in Europa für Kriegszwecke in Vergessenheit geraten zu sein. In Indien dagegen hatte Hyder Ali 1766 bei seinem Heere 1200 Raketenwerfer, die er später zum Teil auf Kamele setzte und als Reiterei mit solchem Erfolge verwendete, daß Tippo Sahib die Raketenwerfer auf 5000 vermehrte. Diese waren es, die 1799 bei Seringapatam gegen die Engländer kämpften, wo Congreve ihre Raketen kennen lernte, mit nach Europa brachte und sie 1807 beim Bombardement von Kopenhagen benutzte. Die hier verwendeten englischen Brandraketen brachten den dänischen Hauptmann Schuhmacher auf den Gedanken, die Raketen als Geschoßträger zu benutzen. Auf seinen Erfolgen baute der österreichische Feldmarschallleutnant Augustin weiter und entwickelte das nach ihm benannte Raketensystem, welches 1812 in Wien bei Aufstellung eines Raketeurkorps Anwendung fand; letzteres stieg bis zur Stärke von 20 Batterien, wurde aber 1867 aufgelöst.

Es hatten sich inzwischen verschiedene Systeme entwickelt, die sich meist nach der Gestalt der Seele unterschieden. Die englischen hatten eine konische, die österreichischen eine cylindrische oder stufenförmige Seele. Auf die eiserne Hülse wurde vorn eine Granate, Kartätsche, Brand- oder Leuchthaube aufgeschraubt, deren Sprengladung oder Satz durch Vermittelung eines Zünders vom letzten Feuer des Raketensatzes entzündet wurde. Die Fortbewegung der Rakete ist eine Reaktionsbewegung. Der Luftwiderstand, den die ausströmenden Gase hervorrufen, treibt die Rakete in entgegengesetzter Richtung fort; die Kraft ist um so größer, je mehr Gase sich entwickeln, je größer also die Brennfläche ist. Da diese am Anfang am kleinsten ist und noch die Trägheit der Masse zu überwinden hat, so feuerte man die Rakete von dreibeinigen Gestellen mit bestimmter, der Schußweite entsprechender Erhöhung ab, wobei durch eine Feder die Raketen so lange festgehalten wurden, bis die Gase eine gewisse Triebkraft erreicht hatten. Die Schußweite hing natürlich auch von der Größe der Triebkraft ab, deshalb wurden die Raketenhülsen in verschiedenem Durchmesser — Kaliber — gefertigt. In Österreich und Preußen waren solche von 5 und 8 cm im Gebrauch, in England aber hatte man 12 Kaliber bis zu 20 cm, die Schußweiten bis zu 3000 m erreichten. Im Jahre 1846 ersetzte der Amerikaner Hales den lästigen Raketenstab dadurch, daß er die Rakete durch ein Mundstück schloß, welches außer der mittleren geraden Öffnung noch fünf spiralförmige Löcher enthielt, durch welche die Gase ausströmten und hierdurch der Rakete eine Drehung um ihre Längsachse gaben. Dadurch wurde die Trefffähigkeit und Schußweite erhöht. Sie fanden in Österreich und England Eingang und sind von englischen Truppen in Asien bis in die neuere Zeit verwendet worden. Die Raketen mochten früher in Gebirgskriegen eine gewisse Berechtigung haben, weil sie überall sich anwenden ließen, aber nach Einführung der gezogenen Geschütze war ihre Zeit vorbei. Die preußische 8 cm Achsenstabrakete dient heute dem schönen Zwecke: zur Rettung Schiffbrüchiger, Schiffen in Seenot das Rettungsseil zuzutragen.

Die Handfeuerwaffen.

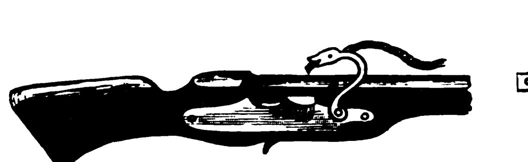
Die Handfeuerwaffen bis zur Einführung der Hinterladungsgewehre.

Ursprünglich waren die Handfeuerwaffen ungeschäftete Knallbüchsen (Abb. 1267), welche Bolzen oder Kugeln in hohem Bogen in die feindlichen Haufen warfen. Aber noch ist in jener Urzeit der Feuerwaffen Geschütz und Handrohr kaum zu trennen. Erst um die Mitte des 14. Jahrhunderts kamen roh gearbeitete Holzfassungen, die Urform des Schaftes, zur zweckmäßigen Handhabung der Waffe durch einen Mann vor. Die Waffe wurde im Feldkriege auf eine in die Erde gesteckte Gabel gelegt, weil sie für den freihändigen Gebrauch zu schwer war. Um den Rückstoß auffangen zu helfen, erhielt der Schaft vorn einen nach unten gerichteten Haken, nach welchem die Waffe Hakenbüchse, niederländisch haakbuse, wallonisch harkibuse, französisch harkebuse und deshalb auch in Deutschland Arkebuse genannt wurde.

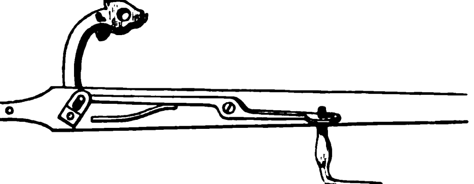
1267. Fußschütz mit Handrohr. Nach Viollet le Duc.

Eine weitere Verbesserung kurz nach Einführung des Schaftes war die Verlegung des Zündloches von oben nach der rechten Seite und Anbringung einer Pfanne unter demselben. Das Anzünden des Pulvers in der Pfanne geschah noch mit der Hand, aber bald wurde ein am Schaft angebrachtes „Schwammgeläffe“ in Form eines Drachens oder Schlangenhahns Gebrauch, aus welchem 1378 das Luntenschloß (Abb. 1268 und 1269) hervorging, das sich bis ins 17. Jahrhundert erhielt, obgleich schon 1517 durch einen Nürnberger Uhrmacher das deutsche Radschloß, im Gegensatz zum spanischen Schnapphahnschloß, erfunden worden war. In seiner Kompliziertheit verleugnete das Radschloß (Abb. 1270) seinen Urheber nicht; sie war Ursache häufigen Versagens, weshalb es dem Radschloß auch nicht gelang, das sicherer zündende Luntenschloß zu verdrängen. In die Pfanne des Radschlosses ragte von unten der scharf gezähnte Rand eines Stahlrädchens hinein, welches mittels Schlüssel gedreht wurde, wobei sich um seine Achse eine Kette aufwickelte, deren anderes Ende an dem Haken des freien Armes einer Schlagfeder hing, die, durch das Aufziehen gespannt, nach dem Auslösen der Hemmung die Kette herunterriß und damit das Rad schnell herumdrehte. Hierbei rissen die Zähne des Rades von dem Feuerstein des herumgelegten Hahnes Funken ab, die das Pulver entzündeten. Das bald nach dem Radschloß, gegen Mitte des 16. Jahrhunderts in Spanien erfundene Schnapphahnschloß, dessen Hahn durch eine Schlagfeder gegen die gerippte Schlagfläche des Pfannendeckels (Abb. 1271) geschnellt wurde, wobei sich Funken bildeten, ist eine wesentliche Verbesserung und der Vorläufer des Batterie-, Stein- oder Flintenschlosses (Abb. 1272), welches 1640 in Frankreich entstand, bis zur Mitte unseres Jahrhunderts im Gebrauch war, und dessen Mechanismus fast unverändert 1840 auf das Perkussionsschloß überging.

Im Kaliber der Handfeuerwaffen herrschte anfangs dieselbe Willkür, wie in dem der Geschütze, aber man hatte dasselbe, der leichteren Handhabung wegen, so weit vermindert, daß die im Feldkriege gebräuchlichen halben Haken gegen Ende des 15. Jahrhunderts Bleikugeln von 20 bis 35 g, die hinter Mauern durch Scharten verwendeten



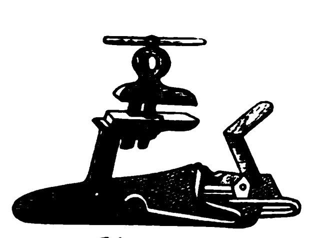
1268. Luntenschloß mit Serpentin oder Schlangenhahn.



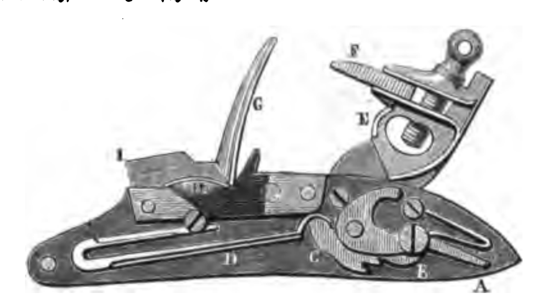
1269. Luntenschloß, innere Ansicht.



1270. Hakenbüchse mit Radschloß.



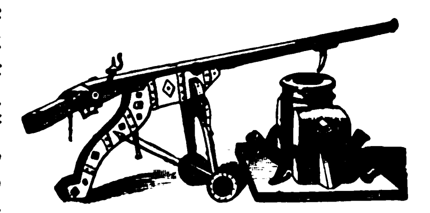
1271. Schnapphahnschloß.



1272. Französisches Feuersteinschloß.
A Schloßblech, B Stange, C Nuß, D Schlagfeder, E Hahn, F Stein, G Batterie, H Pfanne, I Pfannendeckel.

ganzen Haken 50 bis 100 g schwere Kugeln schossen, während die Doppelhaken, die in dreibeinigen Gestellen lagen und deshalb auch Bockbüchsen hießen, eigentlich Geschütze waren (Abb. 1273).

Als zu Anfang des 16. Jahrhunderts die Brustharnische ihre höchste Stärke erreichten, wurden sie von den halben Haken der Schützen nicht mehr durchgeschlagen. In Spanien ersetzte man deshalb diese halben Haken durch Gewehre, die 70 g schwere Kugeln schossen und die man bei ihrem Gewicht von 9 bis 10 kg auf Gabeln legte. Diese Musketen genannten Gewehre kamen durch die Truppen Karls V. nach Deutschland, wo man um 1520 die Schützen mit diesem wirksamen Gewehr bewaffnete und sie Musketiere nannte (Abb. 1274). An einem Bandelier trug ein Musketier in elf Kapseln Patronen, in einer zwölften Kapsel das Zündpulver, außerdem die Gabel (Furkett) und einen Luntenverberger, da die Muskete ein Luntenschloß hatte. Die Musketengabel fiel erst fort, als Gustav Adolf von Schweden das Gewehr wesentlich erleichterte und das Kaliber auf 18 mm herabsetzte (Abb. 1275). Als dann 1680 in Frankreich das Steinschloß in Gebrauch kam, erhielt diese Waffe nach ihrem Feuerstein (flint, flins) den Namen Flinte. Gleichzeitig erhielt sie das unlängst erfundene Dillenbajonett an Stelle des seit einem Jahrhundert bereits gebräuchlichen Griffbajonetts, welches mit seinem Griff in den Lauf gesteckt wurde. Nun war auch die Pike ersetzt, und die etwa 5 kg schwere Flinte wurde die alleinige Waffe der Infanterie. Der leicht zerbrechliche, hölzerne Ladestock wurde 1730 vom „alten Dessauer“ (Fürst Leopold von Dessau) durch einen eisernen konischen, aber bereits während des Siebenjährigen Krieges in Hannover, 1773 in Preußen, durch einen cylindrischen Ladestock ersetzt, weil jener



1273. Wallbüchse und Mörser aus dem 17. Jahrhundert.

das verzögernde zweimalige Umdrehen notwendig machte. Das preußische Steinschloßgewehr zur Zeit des Siebenjährigen Krieges wog nur 4,75 kg, der Schaft hatte eine für den Anschlag bequeme Krümmung. Mit diesen Gewehren erreichte die Infanterie Friedrichs des Großen eine Feuerschnelligkeit von fünf Schuß in der Minute. Die damals gebräuchlichen Gewehre hatten 16 bis 18 mm Kaliber und schossen Bleikugeln von 26—32 g mit 9—11 g Pulverladung.

Der Anfang des 19. Jahrhunderts brachte die Verwertung der kurz vorher entdeckten Knallpräparate als Zündmittel für Feuerwaffen und die Erfindung der Zündhütchen, welche indessen erst 1840, als das Dreysesche Zündnadelgewehr bereits in Preußen erprobt und zur Einführung fertig war, in den allgemeinen Kriegsgebrauch übergingen. Der schottische Waffenschmied Forsith soll der Erfinder des Perkussionsschlosses mit Piston sein (Abb. 1276) und 1807 darauf ein Patent erhalten haben. Die Zündhütchen wurden 1818 von Johann Egg, einem in England lebenden Deutschen,



1274. Französische Musketiere unter Ludwig XIV.

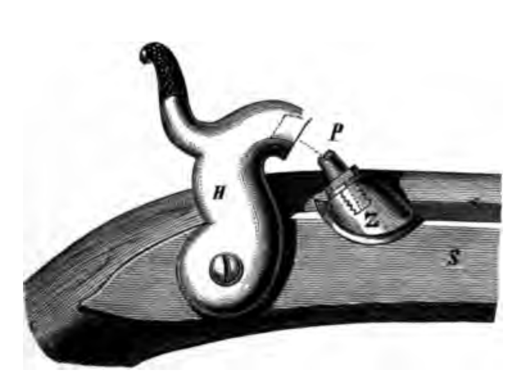
erfunden und noch in demselben Jahre durch Deboubert und Prelaz in Paris verbessert.

Die Kugeln mußten, des leichten Ladens wegen, mit Spielraum in den Lauf gehen; mit der Größe des Spielraumes nahm jedoch die Tragweite und Trefffähigkeit des Gewehres ab. Demnach durfte der Spielraum nicht zu gering bemessen werden, weil der Pulverrückstand ihn bald aufhob. Da aber der Pulverrückstand in früherer Zeit bei den wenig reinen Stoffen, aus denen man das Pulver fertigte, recht groß war, so hat man bereits im 15. Jahrhundert Züge in die Seelenwand des Laufes eingeschnitten, die als Schmutzrinnen dienten, in welchen sich also der Pulverschleim sammeln konnte, ohne Ladehemmungen zu verursachen. Ihrem Zwecke entsprechend waren diese Züge gerade, nicht gewunden. Ihre Erfindung wird Kaspar Zollner in Wien um 1480 zugeschrieben, auch August Kotter in Nürnberg wird als ihr Erfinder genannt, auch wird gesagt, daß Zollner und Danner viel zur Verbesserung der Gewehre gethan haben. Im Jahre 1498 soll in Leipzig bereits ein Scheibenschießen mit gezogenen Gewehren stattgefunden haben. Eine weitere Verbesserung, besonders an den gezogenen Jagd- und Scheibenbüchsen, war das Stecherschloß, der Doppelabzug, sowohl an Lunten- wie an Radschloßgewehren. Es soll 1543 in München erfunden worden sein. Aber erst 1630 bei dem Tode des Büchsenmeister Augustin Kutter in Nürnberg wird von gewundenen Zügen gesprochen, die der Verstorbene erfunden habe. Welche Veranlassung, ob Zufall oder Berechnung, zu

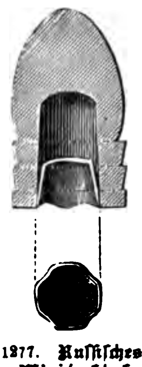
dieser wichtigen Erfindung geführt hat, ist nicht bekannt geworden. Es scheint aber, daß man sich insofern von der drehenden Bewegung Vorteile für die Tragweite des Geschosses versprach, als man glaubte, daß das Hineinbohren des Geschosses in die Luft die Überwindung des Luftwiderstandes begünstige, eine irrige Ansicht, der man selbst heute noch begegnet. Es könnte eher das Gegenteil richtig sein. Die größere Tragweite ist eine Folge der besseren Verwertung der Pulverkraft durch Aufhebung des Spielraumes, und die besseren Treffergebnisse sind eine Folge der gleichmäßigen Verteilung des ablenkenden Einflusses von Unregelmäßigkeiten in der Form und Gewichtsverteilung des Geschosses nach allen Richtungen senkrecht zur Flugbahn. Man gab den Zügen in der Regel eine einmalige schraubenförmige Umdrehung auf die Länge des Laufes und nannte die Windung Drall. Die Züge waren entweder spitz oder rund, häufig wechselten beide Formen ab, und man nannte sie dann Rosenzüge, deren Erfinder Kutter gewesen sein soll. Die Zahl der Züge war unregelmäßig, entweder 5, 7, 9 oder 11.

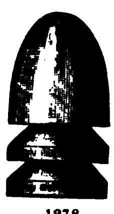

1275. Musketiere aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts.

Aus diesen Büchsen wurden Rundkugeln geschossen, die zur Aufhebung des Spielraumes in gefettete Leinwand (Talgpflaster) gehüllt und so in den Lauf eingekeilt wurden. Bereits 1631 bewaffnete Landgraf Wilhelm von Hessen und 1641 Kurfürst Max von Bayern Jäger- und Scharfschützenkompanien mit gezogenen Büchsen. Im allgemeinen fand diese Waffe wenig Verbreitung, die Vorteile der besseren Trefffähigkeit waren doch nicht groß genug gegenüber der umständlichen Ladeweise. Einige Freikompanien gelernter Jäger Friedrichs des Großen, sowie die freiwilligen Jäger 1813 führten gezogene Büchsen.



1276. Perkussionsschloß, äußerlich. H Hahn, Z Zündstollen, P Piston, S Schloßblech.


1277. Russisches Miniégeschoß (natürl. Größe).


1278 Österreichisches Kompressionsgeschoß nach Lorenz.

Das umständliche Einkeilen der Kugeln suchten die Franzosen Delvigne 1828 und Thouvenin 1844 dadurch zu beseitigen, daß ersterer die Pulverkammer im Lauf verengte und dadurch einen Absatz herstellte, auf den er das Geschoß mit dem Ladestock auftrieb; Thouvenin dagegen setzte in den Laufboden einen Dorn, um welchen sich das Pulver lagerte und auf den er das Geschoß auftrieb. In beiden Fällen erweiterte sich der Durchmesser des Geschosses, wodurch dieses in die Züge eingepreßt wurde und in diesen Führung erhielt. Obgleich damit der Nachteil der ungünstigen Formveränderung des Geschosses, sowie die umständliche Reinigung der Kammer verbunden war, haben sich die „Kammergewehre" in Frankreich, das Thouveninsche Dorngewehr in Preußen doch lange,

letzteres bis zum Jahre 1865 als Jägerbüchse erhalten, es hatte jedoch im Jahre 1848 statt der Rundkugel ein von Tamisier konstruiertes Langgeschoß erhalten, welches gleich dem Miniégeschoß mit drei Reifelungen versehen war.

Tamisiers Versuche mit Langgeschossen, denen er eine Aushöhlung im Boden gegeben, brachten den französischen Kapitän Minié auf den Gedanken, in die Höhlung ein aus Eisenblech gepreßtes Näpfchen, Treibspiegel oder Cülot genannt (Abb. 84), zu setzen, und er fand, daß die Pulvergase dasselbe in die Höhlung und dabei die Geschoßwandung in die Züge des Gewehres hineinpreßten. Das war für den Kriegsgebrauch der Waffe ein wesentlicher Fortschritt, weil das Geschoß mit Spielraum zu Boden ging und keines zeitraubenden Auftreibens mit dem Ladestock bedurfte, um es in die Züge einzupressen. So ist es begreiflich, daß allerwärts Versuche mit solchen und ähnlichen Expansionsgeschossen begannen, aus denen in kurzer Zeit zahllose Formen von Geschossen und ihren Höhlungen mit und ohne Treibspiegel hervorgingen, die selbst noch bei den für die Hinterladung umgeänderten Gewehren vielfach im Gebrauch blieben. Bei dem Kaliber von durchschnittlich 17,5 mm wogen die Geschosse 47—48 g und wurden mit 5 g Ladung verfeuert. Die Munition hatte daher ein außerordentlich hohes Gewicht. In Frankreich wurde das Miniégewehr 1849, in Baden 1853, in Preußen noch 1857 eingeführt, nachdem das Zündnadelgewehr sich bereits seit 15 Jahren in den Händen der Truppen befand. In 18 Monaten ließ man 3000000 glatte Infanteriegewehre mit Steinschloß in gezogene Perkussionsgewehre mit Expansionsgeschoß umwandeln.

Fast gleichzeitig wurde im Jahre 1852 von dem österreichischen Artillerieleutnant Lorenz und dem englischen Büchsenmacher Wilkinson ein Geschoß konstruiert, welches sich nicht durch Ausdehnung, sondern durch Stauchung in die Züge einpreßte. Lorenz versah sein Geschoß mit zwei tiefen Einkerbungen (Abb. 85), welche das Stauchen des Geschosses und sein festes Einpressen in die Züge, was beim Miniégeschoß häufig nur mangelhaft geschah, begünstigen sollte. Lorenz verringerte außerdem sehr zweckmäßig das Kaliber auf 13,9 mm. Mit solchen Gewehren hat die österreichische Infanterie 1859 in Italien gekämpft und 1866 dem mit dem Zündnadelgewehr bewaffneten preußischen Heere gegenüber gestanden und in recht empfindlicher Weise die Überzeugung von der Überlegenheit des Hinterladungssystems gewonnen.

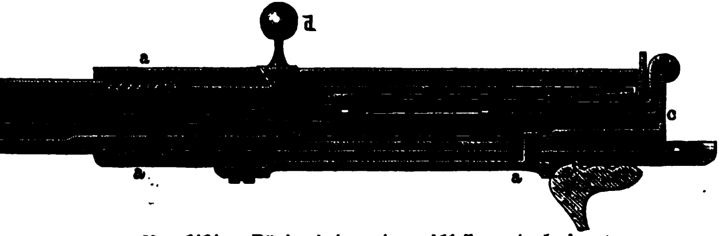
Die Hinterladungsgewehre.

Versuche mit Hinterladungsgewehren reichen bis in die früheste Zeit der Feuerwaffen hinauf und haben sich bis in unsere Tage in ununterbrochener Kette fortgesetzt; die alten Feuerwerksbücher und Büchsenmeistereien geben uns in Wort und Bild und alle größeren Waffensammlungen Kunde und Beweis davon. Wir müssen uns ein näheres Eingehen auf die nicht selten in technischer Beziehung sehr interessanten Konstruktionen hier versagen, um nicht den gegebenen Rahmen dieser Darstellung zu überschreiten. Erwähnt sei nur, daß die meisten dieser Waffen Einzelwerke blieben, die für den Kriegsgebrauch keine Bedeutung erlangten und auch kaum bezwecken konnten, da sie aus einem taktischen Bedürfnis, wie es die Neuzeit entstehen ließ, nicht hervorgerufen wurden. Sie scheiterten außerdem an der mangelhaften Abdichtung des Verschlusses gegen das Durchschlagen der Pulvergase.

Bezeichnend für den weitschauenden militärischen Scharfblick Napoleons I. ist es, daß dieser, nachdem er den Thron bestiegen, einen Preis für die Herstellung eines kriegsbrauchbaren Hinterladungsgewehres aussetzte. Der Gewehrfabrikant Pauly in Paris war damit beschäftigt, ihn zu erwerben, als Dreyse 1809 in seiner Fabrik arbeitete. Pauly hat das Problem zwar nicht gelöst, aber Dreyse ist durch seine Arbeiten angeregt worden, sich auch mit demselben zu beschäftigen. Erst Ende der zwanziger Jahre bot er dem preußischen Kriegsministerium ein glattes Vorderladungsgewehr an, welches mit einer Patrone geladen wurde, die Geschoß, Ladung und Zündung in einer Papierhülse vereinigte und durch den Anstich einer Zündnadel abgefeuert wurde. Aus diesem Gewehr ging nach vielen Versuchen ein Hinterlader hervor, mit welchem 1836 die Versuche be-

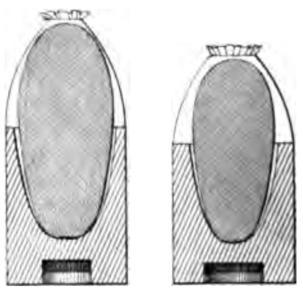
gannen, die zur Annahme des Zündnadelgewehres als M/41 führten, mit dessen Hilfe die großen Erfolge Preußens im Kriege gegen Österreich 1866 erreicht wurden, welche eine Umwälzung in der Bewaffnung aller Heere hervorriefen.

Der Verschluß des Zündnadelgewehres (Abb. 1279) erhielt seine Führung in der hinten auf den Lauf aufgeschraubten Hülse a. Der ganze Schloßmechanismus steckt in der Kammer b, welche mittels der auf ihr stehenden Kammerwarze mit Knopf d bewegt wird. Vor dem Öffnen muß das Schlößchen c am Daumenstollen zurückgezogen werden, weil sich nun erst die Kammer nach links drehen und zurückziehen läßt, um das Gewehr zum Einsetzen der Patronen zu öffnen. Beim Schließen wird das Schlößchen vom Abzugsstollen, der vor den Bund der Zündnadel tritt, zurückgehalten, und wenn es nun durch einen Druck gegen den Daumenstollen vorgeschoben wird, so ist die Spiralfeder gespannt. Ein Druck gegen den Abzug zieht den Abzugsstollen herunter, der die Zündnadel freigibt, die nun durch die Spiralfeder nach vorn geschnellt wird, wo sie die Zündpille im Zündspiegel ansticht, deren Feuer nach rückwärts schlagend die Pulverladung entzündet.



1279. Preußisches Zündnadelgewehr, geschlossen und abgefeuert.

Dreyse war der erste, der den Gedanken der Einheitspatrone praktisch ausführte. Die Verwirklichung dieser Idee mit den damaligen technischen Hilfsmitteln hat Dreyse auf die Anwendung eines Pappspiegels (Abb. 1280 u. 1281) als Zündpillenträger, sowie zum Führen des Geschosses durch die Züge mit Drehung um seine Längenachse, ohne daß es selbst sich in die Züge einpreßte, geführt. Daher die eigentümliche Form des Langblei (=geschosses), welche das notwendige Abtrennen des Spiegels vom Geschoß, nachdem beide den Lauf verlassen, begünstigte. So wurde es ermöglicht, aus dem großen Kaliber von 15,43 mm ein Geschoß von 13,6 mm größtem Durchmesser zu schießen. Übrigens sei bemerkt, daß bis zum Jahre 1855 ein kegelförmiges Spitzgeschoß, ähnlich dem bei Jagdgewehren üblichen, im Gebrauch war. 1869 erhielt das Langblei infolge Veränderung des Schloßmechanismus (nach Beck) eine andere Form. Das ältere Langblei wog 30,42 g, das neue bei 12 mm größtem Durchmesser nur 21,16 g.


1280. u. 1281. Langblei vor und nach der Aptierung.

Wenn nun auch das Zündnadelgewehr den damals gebräuchlichen Vorderladungsgewehren in ballistischer Beziehung nicht überlegen war, so vertrat es doch als erstes Kriegsgewehr mit Hinterladung durch letztere einen taktischen Fortschritt von außerordentlicher Bedeutung, der sich in so zwingender Weise Geltung verschaffte, daß sich sofort nach dem Kriege von 1866 das Erfinden neuer Hinterladungsverschlüsse und =Gewehre wahrhaft epidemisch über alle zivilisierten Länder der Erde verbreitete. Schon nach kurzer Zeit wurde eine Unzahl derselben bekannt. Bald aber lehrten die Versuche, daß mit einem bloßen Umändern der vorhandenen gezogenen Vorder= in Hinterlader die Gewehrfrage nicht gelöst werden könne. Der Lauf der ersteren war meist derjenige der alten glatten Gewehre, den man aus Ersparnisrücksichten verwertet hatte, indem man ihn mit Zügen versah; er hatte demnach meist 17—18 mm Kaliber, das seiner Größe wegen das Erreichen einer gestreckten, bestreichenden Flugbahn verhinderte, weil die hierzu nötigen Langgeschosse von hinreichender Querschnittbelastung ein viel zu großes, für den Kriegsgebrauch unmögliches Gewicht erhalten hätten. Man verlangte damals, auf Grund von Versuchen, ein solches Gewicht von Geschossen, daß etwa 24 bis 27 g des letzteren auf den Quadratzentimeter des Geschoßquerschnittes entfielen (Querschnittsbelastung genannt).

Nahm man, den damaligen Erfahrungen entsprechend, die günstigste Geschoßlänge von 2 $^1/_2$ Kaliber an, so kam man auf ein Kaliber von 10—11 mm. Auf eine hohe Querschnittsbelastung muß besonderer Wert gelegt werden, weil, wie bereits früher erwähnt, von zwei Geschossen gleichen Querschnitts das schwerere den Luftwiderstand leichter überwindet als das andere, es hat daher, bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit, eine gestrecktere Flugbahn und größere Schußweite. Die gestrecktere Flugbahn aber hat den höheren Gefechtswert, weil sie Fehler im Schätzen der Entfernung mehr ausgleicht, als die gekrümmtere, und deshalb mehr Treffer (Gefechtstreffer) ergibt. Darin beruhte die bedeutende Überlegenheit des französischen Chassepotgewehres über das Zündnadelgewehr, welche die größeren Verluste der deutschen Truppen im Kriege 1870/71 durch das Infanteriefeuer des Feindes zur Folge hatte. Das war der zwingende Grund für Deutschland und alle Heere, bei den in Hinterlader umgewandelten alten Gewehren von 15—18 mm Kaliber nicht stehen zu bleiben, sondern zu Gewehren kleineren Kalibers überzugehen, was überall Anfang der siebziger Jahre geschah und zu Gewehren von 10—11,5 mm Kaliber führte.



1282. Englisches Abänderungssystem Snyder.

Die Entwickelung der Hinterladungsverschlüsse im heutigen Sinne wurde aber erst ermöglicht, als man von der Patrone aus Papier oder Webestoffen zur Metallpatrone überging, deren Bodenrand den Verschluß abdichtete und in deren Bodenfläche der Zündsatz angebracht war. Die Platten aus Filz, Leder, Tuch oder Kautschuk im Boden der Papierpatronenhülsen, die bei verschiedenen Systemen gebräuchlich waren, haben nur mangelhaft gelidert. Die ersten Metallpatronenhülsen wurden von den Amerikanern schon während des Bürgerkrieges angewendet. Die Hülsen waren aus Blech gerollt und der eiserne Boden angenietet. Später wurden sie aus Kupfer oder Messing gestanzt und gezogen. Der hohle, überstehende Bodenrand wurde mit Zündsatz ausgefüllt — Randzündungspatronen — später aber wurde in der Bodenmitte eine glockenförmige Vertiefung, die Zündglocke, eingepreßt und in diese das näpfchenförmige Zündhütchen eingesetzt, welches durch den Schlag eines Schlagbolzens mit stumpfer Spitze entzündet wird.



1283. Schweizer Abänderungssystem nach Milbank-Amsler.

So entstanden eine Reihe von Verschlußarten, die sich nach der Art und Weise, wie sie das Verschließen des Laufes bewirkten, in 4 Gruppen einteilen lassen, die Klappen- oder Scharnierverschlüsse, die Fallblockverschlüsse, die Kolben- oder Cylinderverschlüsse und der Wellenverschluß.

Die Erfahrungen des preußisch-österreichisch-dänischen Krieges 1864, in welchem die Vorteile des Hinterladungsgewehres gegenüber dem Vorderlader zuerst, wenn auch nur in geringem Umfange, hervortraten, veranlaßten England 1864, zu einem Wettbewerb in der Herstellung von Hinterladungskriegsgewehren aufzufordern. Daraus ging das System Snyder als dasjenige hervor, welches 1866 zur Umänderung der Enfieldgewehre angenommen wurde. Die Verschlußklappe (Abb. 1282) wurde nach rechts seitlich geöffnet und nach dem Einsetzen der Patrone zurückgeklappt. Der gewöhnliche, vom alten Gewehr übernommene Schlaghahn schlug auf den schrägliegenden federnden Schlagstift, der das Zündhütchen zur Explosion brachte. Ganz ähnlich war das französische Gewehr à la tabatière, mit welchem die National- und Mobilgarde 1870/71 bewaffnet war. In Rußland wurde ein ähnliches System, Krnka, dessen Klappe nach links auf-

schlug, eingeführt. Die Schweiz führte 1867 das System **Milbank-Amsler** ein (Abb. 1283), dessen Klappe nach vorn aufschlug. Ähnlich waren die Systeme von **Wänzl** (Österreich), **Albini-Brändlin** (Belgien) und von **Berdan** (Spanien). Auf alle diese Systeme näher einzugehen, ist entbehrlich, weil sie nur noch ein geschichtliches Interesse haben. Erwähnt sei nur, daß ihr gesonderter Schlaghahn und ihr mangelhaftes Ausziehen der leeren Hülse sie bald veralten ließ. Ein vollständig selbstthätiges Auswerfen der leeren Hülse gehört heute zu den selbstverständlichen Bedingungen eines guten Verschlusses.

Die **Fallblocksysteme** stammen aus Amerika, deren Urform der Peabodyverschluß ist, wie ihn Abb. 1284 darstellt, der in Amerika bereits 1862 patentiert und während des Bürgerkrieges verwendet wurde. Durch Herunterziehen des Abzugsbügels wird der Verschlußblock auch heruntergezogen, welcher auf den Auswerfer schlägt und so das Herauswerfen der Patronenhülse bewirkt. Der Hahn muß besonders gespannt werden. Deshalb verbesserte ihn **Martini**, s. Zt. Direktor der Gewehrfabrik in Frauenfeld, Schweiz, durch eine Vorrichtung, welche beim Öffnen des Verschlusses den Hahn spannte. Aus diesem Verschluß ging in weiterer Folge der des **Martini-Henry**gewehres (Abb. 1285) hervor, welches im Fallblock einen Schlagbolzen mit Spiralfeder trägt, der beim Öffnen sich selbst spannt und deshalb den Hahn entbehrlich macht. Der Verschluß erfordert daher nur zwei Ladegriffe und gehörte in dieser Beziehung s. Zt. zu den fortgeschrittensten. Das Gewehr von 11,42 mm Kaliber wurde 1871 in England eingeführt und fand weite Verbreitung.



1284. Amerikanisches Peabody-Gewehr.

Durch dieses Gewehr in der Hand der Türken wurden die Kämpfe um Plewna 1877 für die Russen so verlustreich.



1285. Martini-Henrygewehr, geschlossen und gespannt.

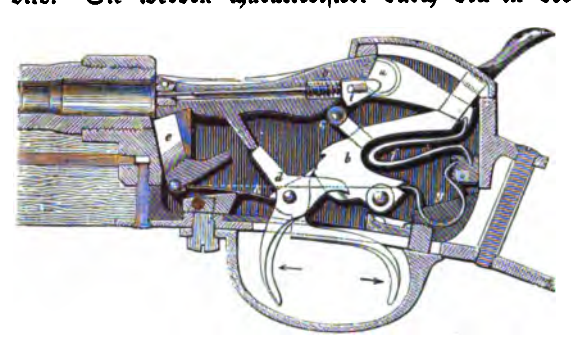
Der technisch vollendetste Fallblockverschluß ist der in Abb. 1286 dargestellte des bayerischen **Werder**gewehres (vom Direktor Werder der Fabrik von Kramer-Klett in Nürnberg), welches an den deutschen Siegen in Frankreich 1870/71 rühmlichen Anteil hat. Bei seinem Kaliber von 11 mm und seinen 2 Ladegriffen war es in ballistischer und taktischer Beziehung dem preußischen Zündnadelgewehr weit überlegen. Nach dem Abfeuern bedurfte es nur eines Fingerdruckes gegen den vorderen Abzug in Richtung der Pfeile zum Öffnen; war geladen, so bewirkte das Zurückziehen des Hahnes b am oberen Griff das Schießen.

Zum Schluß sei noch einer besonderen Art des Blockverschlusses gedacht, welche wohl die weiteste Verbreitung über die ganze Erde fand und noch heute an Privatgewehren beliebt ist: der Verschluß **Remington** (Remington & Sons in Ilion, Staat New York), dargestellt in Abb. 1287 u. 1288. Wenn die Patrone eingesetzt ist, wird das Verschlußstück B vorgedreht; beim Abfeuern schlägt der Hahn C gegen den Zündstift und dient gleichzeitig als Widerlager zum Auffangen des Rückstoßes.

In Österreich kam 1867 der mehr originelle als zweckmäßige **Wellenverschluß** von **Werndl** (Gewehrfabrikant in Steyr) zur Einführung, dessen exzentrisch zur Lauf-

achse sich drehende Verschlußwelle beim Rechtsdrehen den Lauf öffnete und der eines Schlaghahnes mit gesonderter Spannung zum Abfeuern bedurfte.

Für die Kolben- oder Cylinderverschlüsse, zu denen die Verschlüsse aller heutigen Mehrladergewehre gehören, ist der Dreysesche Zündnadelverschluß das Urbild. Sie werden charakterisiert durch den in der Laufachse vor- und zurückbeweglichen Verschlußcylinder, welcher den Schloßmechanismus enthält. Die Verbesserungen auf ihrem Entwickelungsgange betrafen den Ersatz der Zündnadel (Dreyse, Chassepot) durch einen Schlagbolzen, dessen selbstthätiges Spannen durch Zusammendrücken der seinen Schaft umgebenden Spiralfeder, um die Ladegriffe zu vermindern, deren das Zündnadelgewehr fünf (das Einsetzen der Patrone nie mitgerechnet) hatte, und Vereinfachung der Schloßteile. Das bereits erwähnte, 1866 in Frankreich eingeführte Chassepotgewehr bezeichnete im Lauf durch



1286. Schloßmechanismus des Werdergewehres, geschlossen und gespannt.

a Verschlußblock, b Hahn mit Friktionsrolle, d Stütze, e Auswerfer, f Verschlußstückfeder, g Schlagfeder, h Abzugsfeder, i Schlagstift mit Nase, k Spiralfeder.

sein Kaliber von 11 mm zwar einen großen Fortschritt, der Verschluß lehnte sich aber ganz an den Dreyseschen an und war nicht einmal eine gute Verbesserung desselben. Es wurde denn auch 1874 durch einen neuen Verschluß (von Gras) für Metallpatronen verbessert. Erwähnt sei, daß man in Frankreich Linksdrall wählte, während man überall in der Welt Rechtsdrall hat.

In Deutschland wurden die bereits vor dem Kriege begonnenen Gewehrversuche alsbald nach dem Kriege abgeschlossen und das in seinen Grundzügen von Mauser, Gewehrfabrikant in Oberndorf am Neckar, entworfene Gewehr als M/71 eingeführt. Es hatte 11 mm Kaliber und gab dem 25 g schweren Geschoß mit 5 g Pulverladung 430 m Mündungsgeschwindigkeit gegen 350 m beim Zündnadelgewehr. Der Verschluß (Abb. 1289) für Metallpatronen spannte sich beim Öffnen der Kammer b selbst, indem das Schlößchen d beim Linksdrehen der Kammer mit der Nase e sich hinter die Kammer schob. Der Auszieher g nahm beim Öffnen die leere Hülse mit. Die wirksame Schußweite des Gewehres betrug 1600 m gegen 1200 m des Zündnadelgewehres. Das Gewehr erforderte nur zwei Ladegriffe zum Öffnen und Schließen.



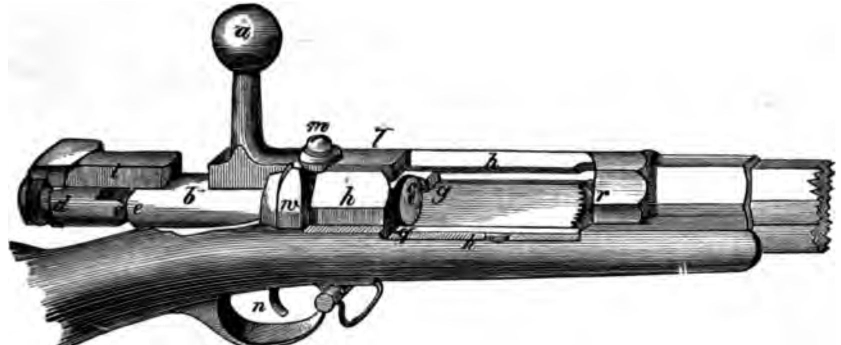
1287 u. 1288. Dänisches Gewehr nach Remington, geöffnet und geschlossen.

Die Niederlande nahmen 1871 das Beaumontgewehr von 11 mm an, dessen Cylinderverschluß dadurch von dem allgemeinen Gebrauch abweicht, daß der Schlagbolzen nicht durch eine Spiralfeder, sondern von einer in der Kammerhandhabe angebrachten Stangenfeder bethätigt wurde.

In Italien wurde 1870 das Vetterli-Einladergewehr, zum Unterschiede von dem Vetterli-Mehrlader gleichen Systems der Schweiz, eingeführt. Beide hatten 10,4 mm Kaliber.

Die Mehrladergewehre.

Die Kriege 1866, 1870/71, sowie der russisch-türkische Krieg von 1877/78 hatten die Vorteile einer großen Feuerschnelligkeit im Gefecht erkennen lassen. Diesen Erfahrungen entsprechend hatte man bei Ausgestaltung der neuen Gewehre einen besonderen Wert auf die Vereinfachung des Verschlusses und Verminderung der Ladegriffe auf die Mindestzahl von zwei: Öffnen und Schließen, gelegt, wobei die leere Patronenhülse ohne Nachhilfe des Schützen ausgeworfen und das Hineinschieben der Patronen in den Ladungsraum des Laufes selbstthätig zur Ausführung kommen mußte, weil dies die unerläßliche Vorbedingung für die Feuerschnelligkeit ist. Das hatte man auch bei den neuen Gewehren erreicht. Die Feuerschnelligkeit war nunmehr so groß, daß sie mehr als ausreichend für das laufende Feuergefecht angesehen werden mußte. Dagegen ließ sich nicht bestreiten, daß in den ausschlaggebenden, den entscheidenden Gefechtsmomenten, deren Verlauf sich in der Regel auf wenige Augenblicke zusammendrängt, kaum von einer Grenze der Feuerschnelligkeit gesprochen werden dürfe, dann ist einfach die größere Anzahl von Geschossen, mit der man den Feind überschüttet, entscheidend. Die unwiderlegliche Folgerichtigkeit dieses Gedankenganges zwang zum weiteren Fortschreiten auf der von den Waffentechnikern bereits betretenen Bahn, obgleich es die Taktiker der alten



1289. Deutsches Infanteriegewehr M/71, zum Laden geöffnet.

Schule aus den beteiligten Kreisen der Heere an Widerspruch und an Abwehr der ihnen aufgenötigten Neuerung nicht fehlen ließen. Sie stellten Munitionsverschwendung im Gefecht, ein zügel- und führungsloses Verknallen der Patronen und das Fehlen derselben, wenn sie am nötigsten sein würden, in Aussicht. Das sei auch bei den neuen Einladern zu erwarten, die schon viel zu schnell schießen, eine weitere Steigerung der Feuerschnelligkeit könne das Unglück, dem wir damit unausweichlich entgegengehen, nur noch vergrößern. Diese Meinungsverschiedenheiten haben die Bewegung nicht beruhigt, sondern gefördert und zur schnelleren technischen Entwickelung der Waffen beigetragen. Es mußte auch von den eifrigsten Neuerern zugegeben werden, daß der Munitionsverbrauch in künftigen Gefechten ein größerer sein werde als bisher; diesem Umstande würde Rechnung getragen werden durch weitere Verringerung des Kalibers, infolgedessen auch die Munition leichter werde und der Mann ohne Mehrbelastung mit einer größeren Patronenzahl ausgerüstet werden könne: im übrigen sei die Feuerdisziplin eine Sache militärischer Erziehung, nicht Sache des Waffentechnikers.

In dieser Weise begann der Kampf der Meinungen, als die Neubewaffnung der Heere mit dem 11mm-Gewehr, dessen Feuerschnelligkeit mit 12 Schüssen in der Minute den alten Soldaten, deren Jugend in die Zeit der glatten Steinschloß- und Perkussionsgewehre hinaufreichte, weit über den Bedarf hinausging. Die Fortschritte der Wissenschaft, wie der Technik lassen sich aber durch Zurückbleiben und Zurückzerren Einzelner nicht aufhalten.

Die beiden Ladegriffe der Einladergewehre zum Öffnen und Schließen ließen sich einstweilen nicht mehr vereinfachen, eine größere Feuerschnelligkeit konnte also nur durch

Vereinfachung des Ladens in der Weise erzielt werden, daß der Verschlußmechanismus die Patronen selbstthätig aus einem Magazin entnimmt und in den Lauf, ohne die Ladegriffe zu vermehren oder zu ändern, hineinschiebt.

Magazinkarabiner von Spencer waren bereits von der Reiterei im amerikanischen Bürgerkriege mit Vorteil benutzt worden. Das Magazingewehr von Henry, später von Winchester verbessert, kam in dem Bürgerkriege nur in geringer Zahl zur Verwendung, beteiligte sich aber am schweizerischen Wettbewerb 1865/66 und gab Vetterli Anregung zu seinem Magazingewehr, welches 1869 von der Schweiz eingeführt wurde. In Abb. 1290 ist dasselbe dargestellt. Der Verschluß gleicht dem in Italien eingeführten Vetterli-Einlader, es ist nur unterhalb ein Zubringer hinzugefügt, welcher die ihm aus dem Magazin zugeschobene Patrone nach oben in den Laderaum hebt und beim Vorschieben des Verschlußcylinders sich so weit senkt, daß die Magazinfeder wieder eine Patrone auf ihn hinaufschieben kann. Das röhrenförmige Magazin für 11 Patronen liegt unter dem Vorderschaft, während das gleichfalls röhrenförmige Magazin der amerikanischen Gewehre durch den Kolben führte. Einstweilen standen sich diese beiden Systeme gegenüber, von



1290. **Schweizerisches Magazingewehr Vetterli,**
geöffnet, Zubringer (Z) hoch, im Längendurchschnitt und teilweise in Ansicht (Schaftmagazin für 11 Patronen).

denen das eine bei gefülltem Magazin den Schwerpunkt ungebührlich nach vorn, das andere nach hinten verschob. Beide Magazine haben den Nachteil, daß sie nach ihrem Leerschießen nur in der Weise gefüllt werden können, daß der Schütze sich erhebt und die Patronen einzeln in das Magazin steckt; das erfordert viel Zeit, während welcher der Schütze nicht nur ohne Verteidigung ist, sondern auch meist noch an Deckung eingebüßt hat, so daß das Füllen des Magazins im Gefecht oft gewiß unausführbar sein wird. Wenn dann der entscheidende Augenblick kommt, in dem das Magazin mit seinem Patronenvorrat nützen und zur Geltung kommen soll, ist es leer. Dann muß, wie beim Einlader, mit Einzelladung geschossen werden, und die Vorteile des Magazingewehres bleiben aus. Diesem Übelstande suchte man dadurch entgegenzutreten, daß nur auf besonderen Befehl aus dem Magazin gefeuert werden durfte, zu welchem Zweck dasselbe für gewöhnlich abgesperrt war und das Gewehr, wie ein Einlader, zu jedem Schuß geladen wurde. Abgesehen davon, daß es so kommen kann, daß der Mann sich während des ganzen Gefechts mit dem schweren gefüllten Gewehr herumschleppt, ohne Nutzen vom Magazinvorrat zu haben, wurden mit der wechselnden Gebrauchsweise des Gewehres Anforderungen an die Überlegung und Geistesgegenwart des Schützen gestellt, die in der Erregung des Gefechts sicherlich nur sehr wenige zu erfüllen imstande sind.

Diese berechtigten Bedenken waren grundsätzlicher Art, die aus der Form des Magazins als lange Röhre sich herleiteten und die auch durch den vollkommensten Verschluß nicht beseitigt werden konnten. Man suchte deshalb in mannigfacher Weise Abhilfe zu schaffen.

Weil das Magazinfeuer nur für wenige kurze, meist entscheidende Gefechtslagen Bedeutung haben wird, für die übrige Gefechtsdauer aber die Einzelladung vollständig ausreichend ist, so fand die Ansicht vielfach Zustimmung, daß ein im Bedarfsfalle ansteckbares Magazin dem Zwecke genügen würde. Man hielt es für ausreichend, wenn der Schütze zum schnellen Laden die Patronen nur bequem zur Hand habe. So entstanden die sogenannten Schnelllader, Patronenbehälter, wie der vom österreichischen Büchsenmacher Krnka (Abb. 1291) aus Pappe, der klemmend den Schaft des Gewehres umfaßt und mit kurzem Griff an jedes Gewehr angesteckt und von ihm abgenommen werden kann. Er wurde in Rußland noch während des türkischen Krieges 1878 eingeführt, kam aber nicht mehr im Gefecht zur Anwendung. Andere Schnelllader, z. B. der von Forsbery, waren mit einer Feder versehen, welche die Patronen immer nachschob, so daß der Schütze dieselben immer von derselben Stelle, die am bequemsten lag, entnehmen konnte.



1291. Patronenmagazin von Krnka.



1292. Ansicht des mit dem Löweschen Patronenmagazin versehenen Mausergewehres.
a Abzugsbügel, b Magazin für zwölf Patronen (h), k Schlitz des äußeren Mantels, d Knagge, c Schnappfeder, S ugenachse, g Löffel, o. p drehbarer Hebel, u Aussparung, v Leitschiene der Kammer, w Kammergriff.

Die bekannte Waffenfabrik Ludwig Löwe in Berlin brachte 1879 am deutschen Gewehre M/71 ein U-förmiges Magazin an, welches von unten her den Schaft umgab, wie Abb. 1292 erkennen läßt. Das Magazin war so eingerichtet, daß eine Feder die Patronen selbstthätig in den Laderaum des Gewehrs schob, aber es mußte nach dem Leerschießen einzeln gefüllt werden. Die hierdurch entstehende Feuerpause hat der Amerikaner Lee durch sein einsteckbares Magazin (Abb. 1293) auf eine Zeit abgekürzt, die kaum mehr als die des Einsetzens einer einzelnen Patrone beträgt. Das kapselförmige Magazin, aus dünnem Stahlblech gepreßt, faßte 5 Patronen, welche durch eine W-förmige Feder auf dem Magazinboden in den Laderaum hinaufgeschoben wurden. Auch dieses Magazin wurde bereits 1879 versucht — ohne augenblicklichen Erfolg; aber aus ihm hat sich die Einrichtung aller neuen Mehrladergewehre der Gegenwart, mit vereinzelten Ausnahmen, entwickelt.

Von anderen Waffenfabrikanten wurden andere Wege beschritten, um die Nachteile der Einzelfüllung des Magazins zu beseitigen. Bornmüller, Schulhoff, Mannlicher u. a. versahen den Kolben mit einem geräumigen kastenartigen Magazin, in welches eine Anzahl Patronen mit einem Male sich hineinschütten ließen, die sogenannte Packfüllung. Ihrer technisch mangelhaften Patronenzuführung wegen haben diese Gewehre aber nicht befriedigt. Auch Spitalski, der ein Gewehr mit Revolvertrommel herstellte, vermochte keinen Erfolg zu erringen.

Inzwischen war durch langjährige Versuche, besonders von Hebler und Rubin in der Schweiz, wie von den Gewehrprüfungskommissionen der größeren Heere nachgewiesen

worden, daß mit Gewehren kleineren Kalibers als 11 mm noch größere Schußweiten, gestrecktere Flugbahnen und gesteigerte Durchschlagskraft der Geschosse erzielt werden können, wenn das Geschoß eine größere Länge und nach dem von Lorenz in Karlsruhe angegebenen Verfahren mit einem Stahlmantel versehen wird. Daß die mehr als 2,5 Kaliber langen Geschosse größere Tragweite und gestrecktere Flugbahn haben müssen, als jene kürzeren, geht aus den ballistischen Gesetzen hervor, welche durch die praktischen Versuche nur bestätigt werden können. Indessen so einfach ließ sich die Sache doch nicht ausführen, da sich hierbei mancherlei Schwierigkeiten einstellten, deren Überwindung viel Zeit und Mühe erforderte. So fand man, daß die langen dünnen Weichbleigeschosse beim Abfeuern schon im Gewehr durch Stauchung ihre Form veränderten, worunter die Treffsähigkeit und das Durchschlagsvermögen litten. 1875 schlug der preußische Artilleriemajor Bode vor, die Bleigeschosse mit einem härteren Metall zu ummanteln. Lorenz verwendete hierzu zunächst Kupfer, dann Stahl, Neusilber und Nickellegierungen. Solche Mantelgeschosse fanden in den Zügen feste Führung, auch bei dem sehr viel steileren Drall derselben, der nötig wurde, um den längeren Geschossen bei ihrer erheblich größeren Mündungsgeschwindigkeit durch die schnellere Drehungsgeschwindigkeit die erforderliche Richtungsfestigkeit zu sichern, dem Pendeln (Flattern) der Achse vorzubeugen. Die Stahlmantelgeschosse durchschlagen Stahlplatten bis zu 11 mm Dicke. Das größte Problem war aber die Pulverfrage, an welcher ein weiteres Heruntergehen im Kaliber scheiterte. Sie fand erst durch die Erfindung des rauchlosen Pulvers 1888 ihre endgültige Lösung.



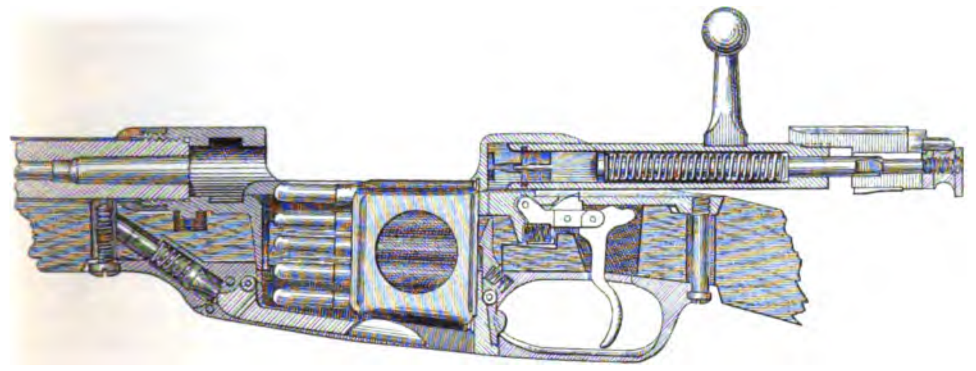
1298. Magazingewehr des Nordamerikaners Lee mit einsteckbarem Magazin. Das Patronenmagazin ist besonders abgebildet.

Dagegen ließ eine Vereinigung der Meinungen über das „kleinste Kaliber“, das aus ballistischen und anderen Gründen zu wählen war, sich nicht erzielen, selbst dann noch nicht, als das rauchlose Pulver sich bereits im Gebrauch befand und von dieser Seite im Heruntergehen mit dem Kaliber keine Schwierigkeiten mehr zu überwinden waren. Man sagte, daß mit dem Verkleinern des Kalibers der Lauf an Biegungsfestigkeit verliere, sich schwer bohren, ziehen und reinigen lasse. Die Verwundungen namentlich von Pferden, mit so dünnen Geschossen sollten weniger leicht außer Gefecht setzen und tödlich sein. Während über die letztere Behauptung die Ansichten auch heute noch geteilt sind, wurden alle technischen Schwierigkeiten bald gehoben, so daß man sich in der Annahme des Kalibers von 8 mm als des zulässig kleinsten einigte. Man nannte deshalb solche Gewehre die des „kleinsten Kalibers“.

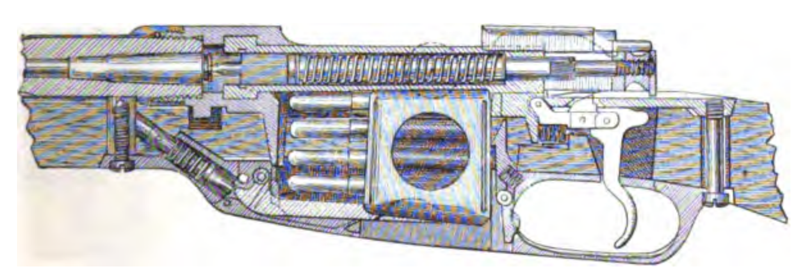
Die Mehrladerfrage, die ebenso heftig bekämpft, wie verteidigt wurde, fand ihre Entscheidung durch die überraschende Einführung des Mehrladergewehres M/71/84 in Deutschland. Man hatte aus politischen Gründen schleunigst das Gewehr 71 durch Anbringung eines röhrenförmigen Magazins für 8 Patronen unter dem Lauf und Abänderung des Verschlusses in einen Mehrlader verwandelt, ohne also das Kaliber von 11 mm zu ändern. Damit war mit einem Schlage der heftige Streit um die Mehrladung entschieden, was gleich einer Erlösung aus lähmendem Banne empfunden wurde. Frankreich antwortete 1886 mit der Einführung des sogenannten „Lebelgewehres“ von

8 mm Kaliber und einem röhrenförmigen Magazin für 8 Patronen unter dem Lauf. Damit hatte Frankreich vor Deutschland wieder einen Vorsprung gewonnen, der in der Leistung der Waffe etwa derselbe war, wie 1870 zwischen dem Chassepot und dem Zündnadelgewehr. Dabei wog die Patrone nur 29 g gegen 43,5 g der Patrone M/71, so daß der Mann statt mit 80 mit 120 Patronen ausgerüstet werden konnte. Wie Deutschland in der Mehrladung, so hatte Frankreich in der Kaliberfrage das entscheidende Wort gesprochen und die Herrschaft des „kleinsten Kalibers" begründet. Damit war Deutschland abermals zu einer Neubewaffnung der Infanterie gezwungen, mit der nach Lage der politischen Verhältnisse ungesäumt vorgegangen werden mußte.

So kam 1888 das in Abb. 1294 und 1295 dargestellte Gewehr 88 von 8 mm zur Einführung, welches Kaliber man auch bei uns für das „kleinste" hielt. Die Hauptschwäche des französischen Gewehrs, das Röhrenmagazin, wurde glücklich durch das inzwischen aus



1294. Das geöffnete Gewehr mit eingesetztem Patronenrahmen.

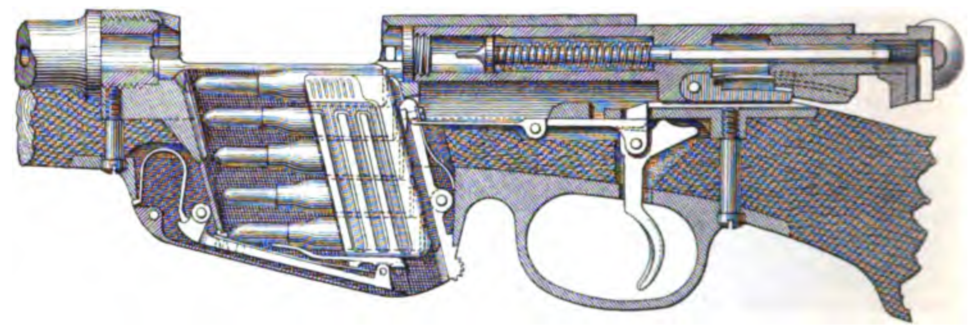


1295. Das Gewehr nach dem Abziehen.
1294 u. 1295. Das deutsche Gewehr 88.

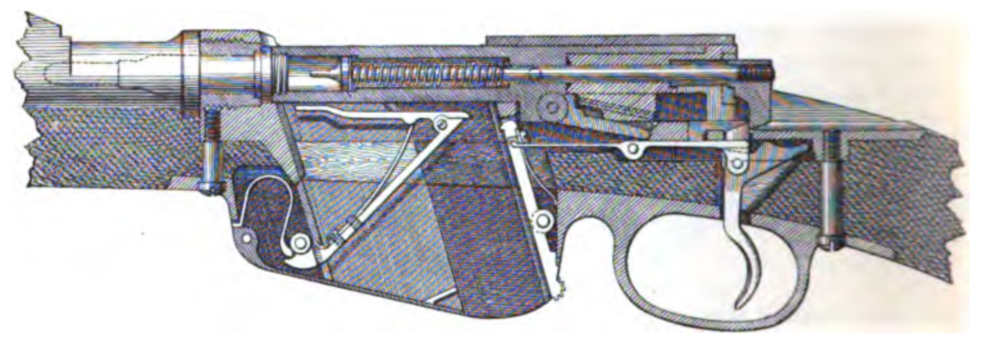
dem Leeschen Einsteckmagazin hervorgegangene Kastenmagazin für 5 Patronen ersetzt. Diese 5 Patronen stecken in einem oben und unten offenen Patronenrahmen aus Stahlblech, der wie eine einzelne Patrone mit einem Griff und Druck in das Gewehr eingesetzt wird; ist er leer geschossen, dann fällt er von selbst durch die Bodenöffnung des Magazinkastens aus dem Gewehr. Der von einer Spiralfeder bethätigte Druckbolzen drückt den Zubringer unten gegen die Patrone und hebt diese stets so nach oben, daß die oberste Patrone beim Vorschieben der Kammer von deren Verschlußkopf erfaßt und in den Lauf geschoben wird. Im übrigen ist der Verschluß dem des Gewehrs 71 ganz ähnlich, er besitzt aber die vorteilhafte Änderung, daß die beiden Nasen vorn an der Kammer in der ringförmigen Ausdrehung der Hülse in der Richtung der Seelenachse beiderseits gleich den Rückstoß auffangen, während früher der Fuß der Kammerhandhabe durch Anlehnung an den Hülsenausschnitt rechts seitlich der Laufachse den ganzen Rückstoß, also exzentrisch, auffing. Ein weiterer Vorzug ist die randlose Patrone, die bequemer und raumersparender sich verpacken läßt. Die Patronenhülse hat statt des Randes eine Rille nahe dem Boden, in welche die Kralle des Ausziehers eingreift. Der Lauf ist zum Handschutz

beim Erhitzen von einem dünnen Stahlmantel mit Spielraum umgeben. Sonstige Angaben über das Gewehr, seine Munition und Schußleistungen sind in der Übersicht auf S. 488 enthalten.

Österreich, der Dreibundsgenosse Deutschlands, säumte nicht, sein etwas rückständiges Werndlgewehr gleichfalls 1888 durch das in Abb. 1296 und 1297 dargestellte 8 mm Gewehr zu ersetzen. Die Patrone mit überstehendem Bodenrand gab dem Magazin die größere Tiefe und schräge Form. Der von Mannlicher (Direktor der Waffenfabrik in Steyr) konstruierte Verschluß zeigt durch die Art der Auffangung des Rückstoßes eine wesentliche Neuerung und Abweichung vom deutschen Gewehr. Es ist ein sogenannter Geradezugverschluß, dessen Kammer ohne Drehung nach links beim Öffnen und nach rechts beim Schließen nur in gerader Richtung zurück- und vorgezogen wird, daher



1296. Verschluß, geöffnet und gespannt.

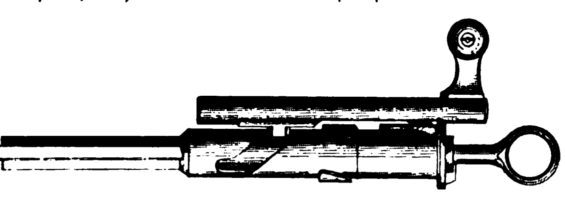


1297. Verschluß, geschlossen und zum Abfeuern bereit.
1296 u. 1297. Das österreichische Repetiergewehr, M/88.

„Geradezug". In einem Einschnitt des an der Kammer nach unten drehbaren Riegels gleitet der Keil des Griffstücks derart, daß beim Vorschieben der Kammer der Keil sich in den Riegel hineinschiebt und diesen nach unten vor die Stützwarze drückt, wo der Rückstoß beim Schießen aufgefangen wird. Der Schlagbolzen ist beim Schließen am Flügel vom Abzugsstollen zurückgehalten; wird letzterer durch einen Druck gegen den Abzug heruntergezogen, so gibt er den Schlagbolzen frei, der nun von der Spiralfeder nach vorn gegen das Zündhütchen im Patronenboden geschnellt wird. Diese Art der Verriegelung, bedingt durch den Geradezug, ist keine glückliche Lösung der Rückstoßauffangung, weil auch sie exzentrisch, wenn auch vorteilhafter, als rechts im Hülsenausschnitt liegt. Sie hat auch keine Nachahmung gefunden. Auch der Geradezug ist bis jetzt nur noch von der Schweiz bei dem vom Waffenchef Oberst Schmidt konstruierten Gewehr M/89 angenommen worden. Um die zweckmäßigere Verriegelung zu beiden Seiten der Laufachse anzuwenden, wird das Drehen der Kammer (Abb. 1298) mittels des in einer Hülse neben dem Lauf verschiebbaren Griffstücks dadurch bewirkt, daß der Spannsteller in einer spiralförmigen Nute der Kammer gleitet. Bei dieser Achsendrehung der Kammer

treten die beiden Stützwarzen in entsprechende Ausschnitte der Verschlußhülse ein und aus. Auch diese komplizierte Einrichtung hat keine Nachahmung gefunden, so daß Österreich und die Schweiz bis jetzt allein Gewehre mit Geradezug besitzen. Die Vorteile des Geradezugs erscheinen zu gering, um sie mit solcher Komplizierung des Verschlusses zu erkaufen.

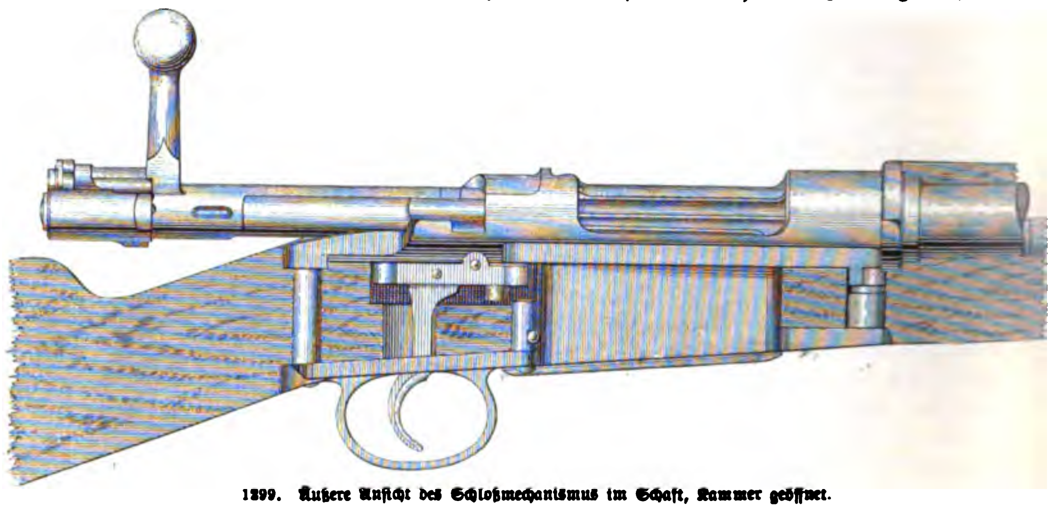
Die zuerst beim Gewehr M/88 angewendete Art des Kastenmagazins hat ihrer Zweckmäßigkeit wegen bis jetzt überall, mit Ausnahme von Dänemark und den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Anerkennung gefunden. Indessen seine große Tiefe macht das Tragen des Gewehrs auf der Schulter unbequem, und die Ausfallöffnung im Boden des Magazinkastens kann leicht zu Verschmutzungen und Ladestörungen führen, wenn der liegende Schütze sein Gewehr auf lose Erde legt. (Das Schießen im Liegen mit aufgelegtem Gewehr ist heute im Gefecht die Regel, freihändiges Schießen die Ausnahme.) Jene Übelstände sind in sehr glücklicher Weise bei dem in Spanien eingeführten Mausergewehr M/93, welches in den Abb. 1299—1302 dargestellt ist, vermieden worden. Die 5 Patronen werden nicht von einem Rahmen zusammengehalten und so in den Patronentaschen mitgeführt, sondern stecken in einem Ladestreifen, dessen umgebogene Ränder in die Rille der Patronenhülse eingreifen. Der gefüllte Ladestreifen wird oben in das Gewehr gesteckt, worauf sich die 5 Patronen durch einen Daumendruck in das Magazin schieben lassen und sich hier so legen, wie Abb. 1300 angibt. Wird nun die Kammer vorgeschoben, so fällt zunächst der Ladestreifen heraus und die oberste Patrone wird mitgenommen und in den Lauf geschoben. In ebenso einfacher, wie finnreicher Weise ist an diesem Gewehr zuerst die lange vergeblich gesuchte Lösung der Aufgabe erfüllt worden, das Abfeuern des Gewehres nur dann zu gestatten, wenn die Kammer vollständig geschlossen ist. Der Abzugsstollen ist ein zweiarmiger Hebel und dreht sich um eine Achse. Beim Schließen des Gewehres ist die Nase des Schlößchens vom Abzugsstollen zurückgehalten und damit das Schloß gespannt worden. Die Kammer wird in der Schlußlage herumgedreht, und dann kommt ihre Aussenkung (Abb. 1299) über der Sicherung zu liegen. Wird der Stollen beim Abfeuern heruntergezogen, so muß die Sicherung nach oben steigen und hierbei in die Aussenkung eintreten. Liegt diese nicht an der richtigen Stelle, ein Zeichen, daß das Gewehr nicht richtig geschlossen ist, dann kann auch die Sicherung nicht in die Höhe gehen, der Stollen also auch nicht heruntergezogen werden und ein Abfeuern nicht stattfinden. Der Auszieher schleudert die Hülsen sehr kräftig seitwärts, nicht nach rückwärts, heraus. Dieser Verschluß des spanischen Mausergewehres ist gegenwärtig (1897) der einfachste und vollkommenste Gewehrverschluß.



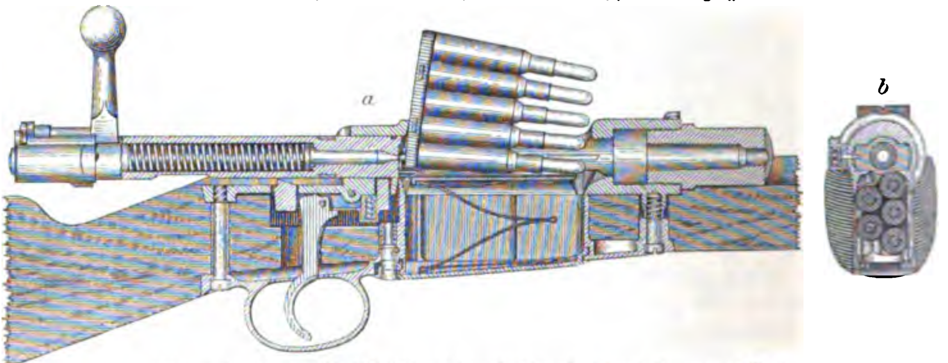
1298. Schweizer Magazingewehr.

In Dänemark kam 1889 das Gewehr Krag-Jörgensen (Abb. 1303 u. 1304), und mit unwesentlichen Abänderungen 1893 auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zur Einführung. Es zeichnet sich durch eine eigentümliche Magazinkonstruktion aus, mit welcher bezweckt wurde, dem Magazinkasten eine solche Gestalt zu geben, welche das Tragen des Gewehres auf der Schulter in keiner Weise unbequem macht. Der nach unten weit herausstehende Magazinkasten des österreichischen Gewehres ist für das Tragen auf der Schulter ohne Zweifel nicht bequem. Insofern erfüllt das Krag-Jörgensen-Gewehr den angestrebten Zweck; aber es wird sich kaum bestreiten lassen, daß das Füllen desselben durch die an der rechten Seite des Gewehres geöffnete Magazinthür weniger bequem, jedoch zeitraubender ist, als beim deutschen und vollends beim spanischen Gewehr. Eine Feder an der Innenseite der Magazinthür drückt die Patronen der Ladeöffnung in der Verschlußhülse zu, welche durch ihre eigentümliche Form die Patronen so austreten läßt, daß die Geschoßspitze in den Lauf tritt, wenn der Patronenboden von der Kammer erfaßt und die Patrone vorgeschoben wird.

Es ist bereits erwähnt worden, daß man in Deutschland die wechselnde Gebrauchsweise der Mehrladergewehre im Gefecht, als Einlader während des hinhaltenden Feuers, aus dem Magazin erst in den Fällen, in denen vom Schnellfeuer die Entscheidung abhängen kann, als unzweckmäßig und nachteilig für eine sichere Feuerleitung angesehen hat. Deshalb wird im deutschen Heere grundsätzlich aus dem Magazin geschossen, es kann aber in solchen Fällen, wenn Patronenrahmen fehlen und nur lose Patronen vorhanden sind, ebenso mit Einzelladung geschossen werden, wie aus jedem Einlader. Deshalb stecken auch alle Patronen in den Taschen nur in Patronenrahmen. In England, wo



1299. Äußere Ansicht des Schloßmechanismus im Schaft, Kammer geöffnet.

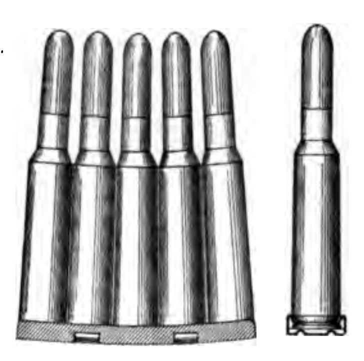


1300. a Senkrechter Längsschnitt durch den Schloßmechanismus, Kammer geöffnet, Ladestreifen mit Patronen zum Füllen des Magazins eingesetzt. b Senkrechter Querschnitt durch das gefüllte Magazin.
1299 u. 1300. Spanisches Infanteriegewehr. System Mauser. (Zu S. 485.)

das Lee-Metfordgewehr mit Kastenmagazin eingeführt ist, sowie in der Schweiz ist man anderer Ansicht. Dort soll das Gewehr gewöhnlich als Einlader und nur in den entscheidenden Gefechtslagen als Magazingewehr benutzt werden; deshalb ist das Magazin abnehmbar und die Öffnung im Gewehr, sowie im Laderaum verschließbar. Diese Gebrauchsweise rechtfertigt es, daß dem Magazin des englischen Gewehres ein Fassungsraum für 10, des Schweizer für 12 Patronen gegeben worden ist.

Kaum waren die Gewehre des „kleinsten Kalibers", d. h. von 8 mm eingeführt, so wurde durch Versuche festgestellt, daß das rauchlose Pulver, entgegengesetzt dem bis dahin gebräuchlichen Schwarzpulver, auch bei noch kleinerem Kaliber eine gleich günstige Verwertung seiner Triebkraft gestattet. Damit war das größte Hindernis beseitigt, zu einem solchen im Interesse einer gestreckteren Flugbahn, größeren Schußweite und Durchschlagskraft des Geschosses überzugehen. Auch die technischen Hindernisse, die bisher

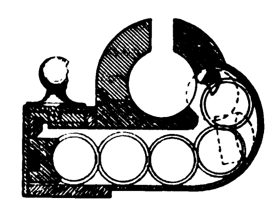
der Herstellung kleiner Laufbohrungen entgegenstanden, waren beseitigt, nachdem es Sponsel in Amerika gelungen war, eine Bohrmaschine anzufertigen, mittels deren anstandslos Läufe von 5 mm und noch kleinerem Kaliber sich bohren lassen. Mittels einer ähnlichen, von Sponsel konstruierten Maschine, lassen sich in solche Läufe auch Züge von beliebiger Tiefe und beliebigem Drall einschneiden. In Läufen so kleinen Kalibers ist der Gasdruck sehr hoch, weil die Bodenfläche des Geschosses, die Arbeitsfläche für die Triebkraft des Pulvers, mit dem Kaliber abnimmt, während die Querschnittsbelastung dieselbe bleibt. Um zu gleicher Arbeitsleistung, also zu gleicher Mündungsgeschwindigkeit zu gelangen, muß der Gasdruck entsprechend höher sein. Da man unbedingt eine noch größere Mündungsgeschwindigkeit als bisher, also von etwa 720—750 m verlangte, so bedurfte der Gasdruck einer erheblichen Steigerung, aber auch der Gewehrlauf einer größeren Widerstandsfähigkeit. Auch diese Schwierigkeit wurde beseitigt durch die Herstellung festeren Stahls, besonders mit einem Zusatz von Nickel, dem sogenannten Nickelstahl. Bei Überwindung der ballistischen Schwierigkeiten war man im wesentlichen auf Versuche und Erfahrungen angewiesen, da die theoretischen Berechnungen über Drall, Geschoßlänge, Geschoßform u. s. w. zum Teil noch auf Annahmen fußten, deren Richtigkeit noch nicht hinreichend erwiesen war. Immerhin boten sie einen auskömmlichen Anhalt zu weiteren Versuchen, um zunächst einer Antwort auf die Frage näher zu kommen, welches Kaliber denn nun wirklich das „kleinste“ ist? Bei diesen Untersuchungen mußte es in erster Linie darauf ankommen, wie weit sich Praxis und Theorie decken, wie weit man aus Zweckmäßigkeitsgründen den theoretischen Forderungen folgen darf. Theoretisch würde man bis etwa zu 3 mm Kaliber hinunter zu gehen



1801 u. 1802. Patronenrahmen des spanischen Infanteriegewehrs, System Mauser.



1803. Dänisches Magazingewehr. Verschluß und Magazin geöffnet. (Zu S. 485.)



1804. Senkrechter Durchschnitt durch das Magazin des dänischen Gewehrs. Von vorn gesehen.

haben, nach den bisherigen Erfahrungen wird man aber nicht unter 5 mm hinuntergehen können, vielleicht wird man schon vorher bei 5,5 oder gar 6 mm stehen bleiben müssen und sich mit 6,5 mm als befriedigt erklären dürfen.

Mauser in Oberndorf und Mannlicher in Steyr haben sich um Versuche in dieser Richtung besonders verdient gemacht und Gewehre so kleinen Kalibers hergestellt, die ihrer vorzüglichen Leistungen wegen auch bereits eingeführt worden sind. Italien, welches sein Vetterligewehr von 10,4 mm Kaliber in einen Mehrlader mit Kastenmagazin umgewandelt hatte, ist durch Einführung eines 6,5 mm-Gewehres 1891 damit vorangegangen. Was über dasselbe bekannt geworden ist, geht aus der Tabelle hervor. Dem Beispiel Italiens folgten die Niederlande und Rumänien im Jahre 1893. Das in Spanien 1893 eingeführte Mausergewehr, welches wir bereits oben näher besprochen haben, hat 7 mm-Kaliber.

Übersicht der bekanntesten Kriegsgewehre der Gegenwart.

	Deutsches Reich	Belgien	Dänemark	Frankreich	Groß-britannien	Italien	Österreich-Ungarn	Niederlande	Norwegen	Rumänien	Rußland	Schweiz	Spanien Chile Brasilien Serbien Türkei
Benennung, Konstruktionsjahr	88	M 89	M 89	M 86/93	M 89 II	M 91	M 88/90	M 93	M 93	M 93	M 91	M 89	M 93
System bezw. Konstrukteur	Gewehr-Prüfungs-kommission	Mauser	Krag-Jörgensen	Lebel	Lee-Metford	Parravicino Mannlicher	Mannlicher	Mannlicher	Krag-Jörgensen	Mannlicher	Mossin	Schmidt-Rubin	Mauser
Kaliber, zwischen den Feldern . mm	7,9	7,65	8	8	7,7	6,5	8	6,5	6,5	6,5	7,62	7,5	7
Gewicht: ohne Bajonett bei leerem Magazin . . . . kg	3,8	3,9	4,25	4,18	4,19	3,62	4,49	4,1	3,95	4,01	3,99	4,30	4
Gewicht: mit Bajonett und leerem Magazin . . . . kg	4,30	4,35	4,47	4,58	4,62	4,16	4,86	4,54	4,19	4,37	4,29	4,73	4,4
Bewegung des Kolbenverschlusses	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Geradezug	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Drehzug	Geradezug	Drehzug
Züge: Zahl	4	4	6	4	7	5,8	4	4	4	4	4	3	4
Züge: Drall: Länge in Kalibern mm	30,4	32,69	37,5	30	33	4	31,3	30,78	30,78	30,78	31,5	36	31,4
Züge: Drall: in Graden	6	5,5	4,8	6	5,5	30,78	5,6	5,8	5,8	5,8	5,75	5	5,7
Magazin: Art und Füllungsweise	Kasten, Rahmen	Kasten, Ladestreifen	wagerechter Kasten, einzeln	Röhre, einzeln	abnehmbar, Kasten	Kasten, Rahmen	Kasten, Rahmen	Kasten, Rahmen	wagerechter Kasten, einzeln	Kasten, Rahmen	Kasten, Ladestreifen	Kasten, Ladeschachtel	Kasten, Ladestreife
Magazin: Patronenzahl	5	5	7	8	10	6	5	5	5	5	5	12	5
Gewicht des leeren Patronenrahmens oder Ladestreifens . . . . . gr	17,5	5,4	—	—	—	—	22	10,1	—	9,5	9,6	20	10
Patronen: Gewicht . . . . . gr	27,3	28	30	29	26,7	22	28,35	22,45	23,6	22,5	25,81	27,5	24,6
Patronen: Länge . . . . . mm	82,5	78	76	75	77	83	76	77,63	80	77,5	76	77,5	78
Pulverladung, rauchlos . . . . gr	2,75	2,50	2,20	2,75	1,944	1,95	2,75	2,35	2,20	2,35	2,22	1,9	2,45
Geschoß: Gewicht . . . . . gr	14,7	14,1	14,05	15	13,93	10,5	15,8	10,05	10,1	10,3	13,73	13,8	11,2
Geschoß: Länge . . . . . mm	30,3	30,2	30,25	31	31,5	30,5	31,4	31,4	32	31,4	30,23	28,1	30,8
Geschoß: Länge in Kalibern . . .	3,96	3,95	3,78	3,88	4,10	4,69	4	4,83	4,92	4,83	3,97	3,83	7,4
Geschoß: Querschnittsbelastung auf 1 qcm . . . . . gr	30	30,7	28	30,1	30,1	31,6	31,8	30,3	30,4	31,04	30,2	31,2	29,1
Geschoß: Mantel	Stahl, kupfernickel-plattiert	Nickelkupfer-legierung	Nickelkupfer-legierung	Nickelkupfer-legierung	Nickelkupfer-legierung	Nickelkupfer-legierung	Stahl	Stahl vernickelt	—	Stahl, nickelkupfer-plattiert	Nickelkupfer-legierung	Stahlkappe	Stahl nickel-plattiert
Patronenzahl des Mannes in den Taschen	150	120	—	120	115	162	100	160	150	—	150	150	—
Visier reicht auf . . . . . . m	2050	2000	1400	2000	1650	2000	2250	2100	2000	2000	1920	2000	2000
Größte Schußweite . . . . . . m	4000	—	3500	3200	3150	über 4000	—	—			3000	—	über 4000
Größter Gasdruck (Atmosphären) . . .	3200	2000	2300	2970	2800	4000	3000	3700	3800	4200	2900	2600	2800—3400
Mündungsgeschwindigkeit . . . m	645	600	630	632	610	709	620	730	830	740	635	620	710
Lebendige Kraft des Geschosses an der Mündung . . . . mkg	312	259	264	306	264	269	310	273,3	274,6	288,4	281	270,6	287,9

Wenn wir nun zurückblicken auf den langen Entwickelungsgang der Handfeuerwaffen, besonders auf den Abschnitt der letzten drei Jahrzehnte, so drängt sich uns die Frage auf, ob wir noch weitere Fortschritte zu erwarten haben und was sie uns bringen werden? Denn an einen Stillstand ist nicht zu denken; in der Technik gibt es ebensowenig ein Stehenbleiben, wie in der organischen Welt. Wohl kann eine längere Ruhepause eintreten, die auch wünschenswert ist, um die tief eingreifenden und umgestaltenden Einflüsse der neuen Waffen auf die Fechtweise taktisch zu verarbeiten und zu verwerten. Technische Verbesserungen der Waffe und ihrer Munition werden nicht ausbleiben; sie werden nebenher gehen, ohne umgestaltende Wirkung auszuüben, auch wenn es gelingt, eine Patronenhülse herzustellen, die gleich der metallenen die Abdichtung des Verschlusses bewirkt, aber von der Pulverflamme verbrannt, ohne wesentlichen Rückstand zu hinterlassen, in Gas aufgelöst wird. Belangreicher wird allerdings der Einfluß ausfallen, den ein spezifisch schwereres Geschoß zu äußern vermag. Daß wir ein solches Geschoß bekommen werden, ist wohl nur noch eine Frage der Zeit, deren Lösung immer dringender wird, wenn wir mit dem Kaliber weiter, also auf 6 oder 5,5 mm, heruntergehen und wenn wir die mit einem solchen Kaliber möglichen ballistischen Vorteile uns zu nutze machen wollen. Solche Geschosse aus einem Mantel von Stahl oder einer Nickellegierung mit Hartbleikern werden bei einer Querschnittsbelastung von 31—32 g auf den qcm nadelförmig lang und bieten dem Seitenwind eine zu große Fläche, so daß der aus der Richtung ablenkende Einfluß die Treffergebnisse vermindern wird. Diese Nachteile lassen sich durch Verwendung eines spezifisch schwereren Metalles, als Hartblei, aufheben. Zu diesem Zweck ist Wolframmetall in Vorschlag gebracht worden, und wir werden an ihm kaum vorüber kommen, sollten die Metallurgen uns nicht ein anderes, zweckmäßigeres und ebenso billiges Metall zur Verfügung stellen, wozu gegenwärtig allerdings noch keine Aussicht vorhanden ist.

Einen weiteren Einfluß auf die Fechtweise haben wir erst von einer grundsätzlichen Änderung der Waffe zu erwarten. Ein solche ist bereits in Aussicht. Dieses Gewehr der näheren oder ferneren Zukunft wird ein Selbstlader sein, ein Gewehr, dessen Verschlußmechanismus so eingerichtet ist, daß die Kraft des Rückstoßes ihn zu allen Ladeverrichtungen — Öffnen, Auswerfen, Laden und Schließen — sogar zum Abfeuern bethätigt, dem Schützen also nur noch das Richten der Waffe und das Füllen des Magazins überläßt. Der jetzt dem Schützen lästige Rückstoß wird auf diese Weise durch Aufspeichern überschüssiger Rückstoßkraft in Federn, welche die rückgängigen Bewegungen zum Laden, Schließen und Abfeuern bewirken, in nützliche Arbeitskraft verwandelt, die dem Schützen Arbeit abnimmt, ihn also entlastet und weniger ermüdet. Hierin wird auch der Vorteil zu erblicken sein, den wir mit einem solchen Selbstlader gewinnen. Ob die größere Feuerschnelligkeit desselben auch ein Gewinn sein wird, erscheint heute zweifelhaft, denn die Feuerschnelligkeit unserer Mehrlader ist so groß, daß ein praktisches Bedürfnis für ihre Steigerung noch nicht nachweisbar ist, mithin würde ein Selbstlader in dieser Beziehung kein Gewinn sein. Indessen, die Zukunft mag diese Ansicht ändern. Es sind bereits verschiedene Konstruktionen von Selbstladern bekannt geworden, unter denen die Selbstladerpistolen von Borchardt und Mauser durch ihre vortreffliche Leistung sich auszeichnen. Einen praktischen Erfolg für das Kriegswesen haben diese Waffen noch nicht erlangt, obgleich die Revolver mit ihrer geringen Tragweite und Trefffähigkeit neben den heutigen Gewehren veraltet sind und eines zeitgemäßen Ersatzes bedürfen, dem besonders die Mausersche Selbstladerpistole entsprechen würde.

Der bekannte Metallurge Bessemer richtete 1854 eine gezogene Hinterladungskanone so ein, daß die rückwirkende Kraft der Pulvergase beim Schießen den Verschluß selbstthätig zum Öffnen, Laden und Schließen bewegte, und war damit der erste, der den Gedanken des modernen Selbstladers mechanisch ausführte. Dieses Verdienst wird dadurch nicht vermindert, daß er mit seiner Erfindung keinen Erfolg hatte. Für jene Zeit, in der die gezogenen Hinterlader die ersten schüchternen Lebensversuche wagten, war Bessemers Erfindung verfrüht, weil sie ein bereits fertiges System der Hinterladung mit Metallpatronen voraussetzt. Dessenungeachtet folgen sich von da an die Versuche von Selbstladern in fortlaufender Kette, bis 1883 Hiram Maxim ein Selbstladergewehr sich patentieren

ließ, welches den Ausgangspunkt zu seinem bekannten Maschinengewehr bildet. Seit Beginn der neunziger Jahre haben sich dann viele Waffenkonstrukteure mit der Herstellung von Selbstladergewehren und -Pistolen beschäftigt. Den ersten Erfolg erzielte Borchardt mit seiner Selbstladerpistole (Abb. 1305 u. 1306). Der Rückstoß beim Schuß drückt den Lauf mit Hülse im Gehäuse um 3,5 mm zurück; dabei kommt das mit der Kammer verbundene Gelenkstück hinten in ein ausgerundetes Gleitstück, so daß sich sein Froschgelenk nach oben hebt; hierbei werden eine bogenförmige Feder und der Schlagbolzen gespannt; erstere treibt nach dem Verbrauch der Rückstoßkraft die Kammer wieder nach vorn, welche auf diesem Wege die aus dem Magazin im Kolben gehobene Patrone in den Lauf ladet, worauf abgefeuert werden kann, um die Kraft auszulösen, die den Mechanismus von neuem in Bewegung setzt.



1305. Borchardts Selbstladerpistole, senkrechter Längenschnitt geöffnet.

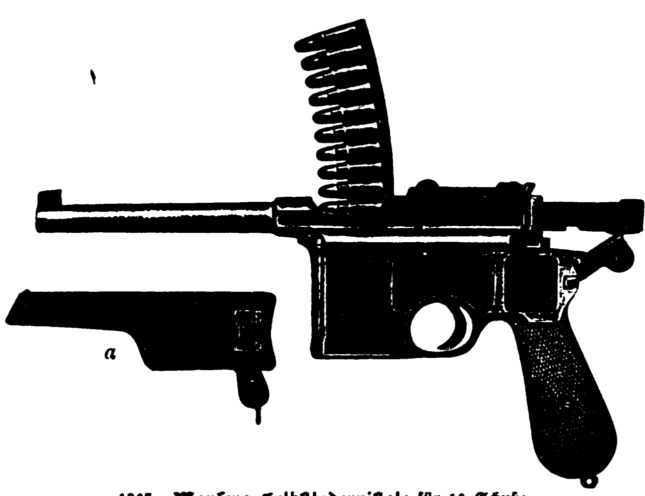


1306. Borchardts Selbstladerpistole mit angesetztem Kolben zum Jagdgebrauch oder Scheibenschießen.

Die Pistole hat 7,65 mm Kaliber, das Geschoß wiegt 5,5, die Ladung 0,45 g. Das Geschoß durchschägt auf 500 m Entfernung noch ein 5 bis 6 cm dickes Brett aus Fichtenholz. Diese Leistungsfähigkeit macht die Pistole geeignet für den Jagdgebrauch und als Scheibengewehr, zu welchem Zweck sie mit einem Ansatzkolben versehen wird, um sie als Schultergewehr gebrauchen zu können.

In ballistischer Leistung, sowie in der Sicherheit des Arbeitens aller sich bewegenden Teile der Waffe beim Schuß wird die Mauser-Selbstladerpistole (Abb. 1307 u. 1308) heute noch von keiner anderen Selbstladerwaffe übertroffen. Auch bei ihr wird der Lauf vom Rückstoß nach rückwärts gestoßen, wobei er den Hahn hinten über dem Kolben zurückwirft (Abb. 1308) und gleichzeitig die übrigen Schloßteile in Bewegung setzt, wobei Federn gespannt werden, welche nach Beendigung der Rückwärtsbewegungen sofort die Vorwärtsbewegungen zum Laden und Schließen bewirken. Ein Druck gegen den Abzug löst den Hahn aus, der gegen den aus dem Schloß vorstehenden Schlagbolzen schlägt und damit abfeuert. Mauser hat Pistolen von 6 und 7,63 mm Kaliber mit einem Magazin für 6, 10 und 20 Patronen konstruiert, deren Lauf 14 cm lang ist; das 7,63 mm Mantelgeschoß

wiegt 5,5, die Ladung 0,5 g, die ganze Pistole 1180 g. Auf 1000 m Schußweite werden gegen eine Scheibe von 1,58 m Höhe und 1,83 m Breite noch 50% Treffer erzielt. Die Waffe kann mit Ansatzkolben als Schultergewehr verwendet werden. Eine solche Waffe mit 24 cm langem Lauf eignet sich zum Gebrauch als Karabiner. — Auch die Waffenfabrik von Bergmann in Gaggenau fertigt Selbstladerpistolen. Der Italiener Cei hat, ähnlich wie der Franzose Clair, ein Selbstladegewehr hergestellt, bei welchem durch einen Kanal im Lauf nahe der Mündung in ein unter ihm liegendes Rohr Pulvergase einströmen, sobald das Geschoß die Öffnung des Kanals passiert hat. Die Pulvergase setzen eine Vorrichtung in der Röhre in Bewegung, welche die Schloßteile zu allen Ladeverrichtungen veranlaßt.



1307. Mausers Selbstladerpistole für 10 Schuß; a. die Pistole im Ansatzkolben, der als Futteral dient, verpackt.

Der Karabiner, die Schußwaffe der Reiterei, ist im allgemeinen der Entwickelung des Infanteriegewehrs gefolgt, denn er ist ein für den bequemen Gebrauch der Reiterei verkürztes Gewehr. Er schießt dieselbe Munition, wie dieses, hat nur infolge seines kürzeren Laufes eine geringere Schußweite.

Revolver und Jagdgewehre.

Die jahrhundertelang im Gebrauch gewesene Pistole hat nach und nach dem Revolver, der ja auch nur eine Drehpistole ist, weichen müssen und ist heute kaum noch in einem Heere als Waffe zu finden. Das konnte auch nicht anders sein, denn die Pistole mußte dem Gewehr auf dem Wege der Hinter- und Mehrladung folgen. Um der Waffe



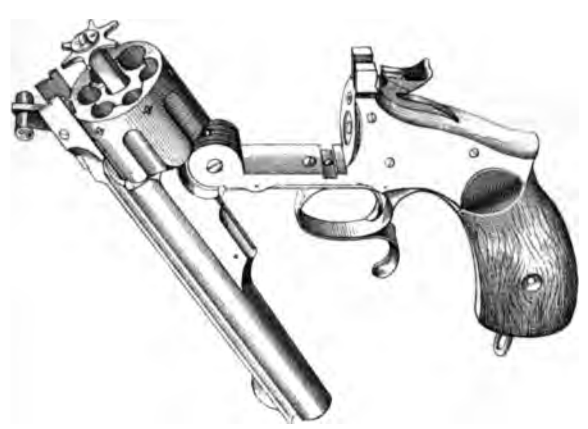
1308. Mausers Selbstladerpistole mit Anschlagtasche (Ansatzkolben).

die ihr charakteristische Kürze zu erhalten, konnte die Verschlußweise des Gewehrs auf sie nicht übertragen werden; die Bewegung des Verschlusses, welche beim Gewehr in der Richtung der Seelenachse erfolgt, mußte bei der Pistole in die senkrechte Richtung zu derselben verlegt werden — so entstand die Umdrehung des Magazins, der Ladetrommel. Die Idee selbst ist ja keineswegs neu. Bereits 1584 hielt Nikolaus Zurkinden in Bern mit einer Revolverbüchse Schießproben ab, welche der Beschreibung nach bereits die drehbare Ladetrommel der Revolver hatte; ebenso der deutsche Drehling aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts (Abb. 1309). Bereits 1837 gebrauchten reitende Jäger in Nordamerika einen Revolver-Karabiner von Colt gegen die Indianer in Florida, und bald darauf, in den vierziger Jahren, stellte Colt, der Besitzer einer Waffenfabrik in Hartford war, eine



1809. Deutscher Drehling (17. Jahrhundert).

Drehpistole her, aus welcher sich der heutige Revolver entwickelte. Der Hahn dieses Revolvers mußte besonders gespannt werden, aber die Ladetrommel wurde hierbei, so wie es heute geschieht, selbstthätig durch den Druck einer vorspringenden Klinke gegen eine schräge Fläche der Ladetrommel um einen Schuß weiter gedreht. Adams-Deane verbesserten 1851 diesen Revolver dadurch, daß sie das Spannen des Hahns, das Drehen der Trommel und Abfeuern durch einen Druck gegen den Abzug bewirkten. Auf dieses System wandte Lefaucheux 1853 seine Metallpatronen mit Zündstift an, richtete seinen Revolver jedoch so ein, daß der Hahn auch mit der Hand gespannt werden konnte. Der hervorstehende Zündstift der Patrone macht das Lefaucheux-System, sowohl Gewehr, wie Revolver, für den Kriegsgebrauch unverwendbar; hier ist die Patrone mit Zentralzündung unerläßliche Bedingung. Zum Laden und Ausziehen der Hülsen wurde anfänglich die Bodenplatte seitlich gedreht. Um diese zeitraubenden Verrichtungen abzukürzen, haben



1810. Revolver Smith-Wesson.



1811 u 1812. Revolver System Pieper.

die Revolver recht verschiedene Einrichtungen erhalten. Galand konstruierte 1868 einen Revolver, bei dem durch das Herunterziehen des Abzugsbügels der Lauf mit Ladetrommel und die hinter dieser mit ihr auf gleicher Achse sitzende Ausziehscheibe nach vorn geschoben und dabei die Patronenhülse aus dem Lauf herausgezogen wurde. Der Lauf des Smith & Wesson-Revolvers läßt sich vorn herunterklappen, dabei wirft ein sternförmiger Auszieher (Abb. 1310), der sich aus der Ladetrommel nach hinten hinausschiebt, sämtliche Hülsen mit einem Male aus, worauf er von selbst wieder in sein Lager zurückspringt, so daß nun die Trommel geladen werden kann. Dieser Revolver wurde 1878 in das

russische Heer eingeführt. Colt erhielt 1884 ein Patent auf einen Revolver, dessen Trommel sich seitlich herumklappen läßt. Steiger in Thun hat um dieselbe Zeit einen Revolver mit selbstthätigem Auswerfer, Köchlin einen solchen konstruiert, bei dem die leeren Hülsen durch den Hahnschlag des folgenden Schusses ausgeworfen werden. Oberst Schmidts Revolver von 1875 hat eine seitlich herauszudrehende Trommel, aus welcher durch einen Druck auf den Auswerfer alle Hülsen mit einem Male ausgestoßen werden. Die Ladetrommel aller dieser Revolver ist so lang, daß die Geschoßspitze der Patrone nicht über ihre Vorderfläche hinausragt, damit die Trommel beim Drehen hinter dem feststehenden Lauf vorbeigleiten und ungehindert den folgenden Schuß hinter den Lauf bringen kann. Deshalb muß die Trommel mit einem gewissen Spielraum hinter dem Lauf zurückbleiben. Durch diesen Spielraum schlagen aber Pulvergase hindurch, welche das Geschoß nicht forttreiben helfen und daher einen Verlust an Triebkraft und Schußweite bedeuten. Diesen Nachteil hat der Waffenfabrikant H. Pieper in Lüttich durch seinen in Abb. 1311 u. 1312 dargestellten Revolver beseitigt. Er hat die Patronenhülse so viel verlängert, daß sie das Geschoß überragt und auch über den vorderen Kammerrand noch um 1 mm vorsteht. Der Spielraum zwischen Trommel und Lauf ist nun so groß, daß die Hülsen noch hinter dem Lauf vorbeigehen, er wird aber dadurch aufgehoben, daß beim Spannen des Hahns die Trommel sich selbstthätig nach vorn gegen den Lauf schiebt. Damit die Hülse hierbei bequem in den Lauf eintreten kann, ist ihr vorderer Rand etwas eingezogen; er wird aber durch das Geschoß beim Abfeuern wieder ausgedehnt, gegen die Laufwandung gedrückt und bewirkt dadurch einen gasdichten Abschluß, so daß keine Triebkraft des Pulvers verloren geht. So kommt es, daß dieser Revolver von 8 mm Kaliber noch auf 200 m Entfernung eine hinreichende Trefffähigkeit und Durchschlagskraft besitzt. Beim Zurückspringen des Hahns in die erste Rast schiebt sich die Trommel zurück und zieht gleichzeitig die Patronenhülse aus dem Lauf. Der Revolver ist siebenschüssig, seine Geschosse haben einen Neusilbermantel. Ein ganz ähnlicher Revolver von Nagant in Lüttich, aber von 7,62 mm Kaliber, ist 1896 in Rußland eingeführt worden.

Die Jagdgewehre. Das Kriegsgewehr wird um so höher geschätzt, je größer seine Tragweite ist, die gleiche Forderung an ein Jagdgewehr stellen zu wollen, wäre thöricht, weil es dem Jäger gar nicht darauf ankommt, weit zu schießen; ihm genügt es, wenn er auf 150—200 Schritt gut trifft und das Wild durch den Schuß schnell getötet wird, das Gewehr „einen guten Brand“ hat. Ihm genügt auch keineswegs das Einzelgeschoß, ihm ist in den meisten Fällen ein Streugeschoß, das ist der Schrotschuß, das einzig Brauchbare, während er für das Hochwild den Kugelschuß anwendet. Daraus erklären sich die abweichenden Einrichtungen der Jagdgewehre von den Kriegsgewehren.

1313 u. 1314. Lefaucheuxflinte, zum Laden geöffnet, nebst Schrotpatrone (131).

Der Geschoßart nach unterscheidet der Jäger Schrot- und Kugelgewehre; erstere heißen Flinten, letztere Büchsen. Die Flinten sind heute alle doppelläufig, einfache Flinten werden kaum noch angefertigt. Die Flinte hat stets einen glatten, die Büchse stets einen gezogenen Lauf. Hat ein Doppelgewehr links einen Flinten- rechts einen Büchsenlauf, so ist es eine Büchsflinte. Büchsen pflegen nie doppelläufig zu sein.

Schneller als die Heere haben die Jäger für ihre Flinten die Hinterladung angenommen und sind mit den Büchsen bald gefolgt, denn die Bequemlichkeit der Hinterladung hat der Jäger besonders zu schätzen, so daß ein Vorderlader heute wohl kaum noch im Gebrauch ist. Das Lefaucheuxgewehr (Abb. 1313 u. 1314) wurde zwar schon 1835 erfunden, vermochte sich aber bis zu Anfang der fünfziger Jahre nur schwer Eingang zu verschaffen, verbreitete sich dann aber, besonders in Deutschland, mit reißender Schnelligkeit und ist auch heute noch, obgleich technisch von anderen Systemen überholt, wegen seiner höchst einfachen und haltbaren Verschlußeinrichtung, unter Jägern sehr beliebt. Wenn man den bei geschlossenem Gewehr unter dem Lauf liegenden Hebel a nach rechts dreht, stellt sich der Zapfen b quer und verläßt den Doppelhaken c, worauf sich die Läufe um das Scharnier e senken. Die Patronen werden nun in die Läufe geschoben, in deren Ausschnitten f f die Zündstifte der Patronen Platz finden. Nun werden die Läufe gehoben, nach dem Linksdrehen des Hebels a ist dann das Gewehr geschlossen und nach dem Spannen der Hähne auch schußbereit. Die Patronenhülse aus dünner Pappe steckt in einer Messingkapsel, welche den gasdichten Abschluß bewirkt und das Zündhütchen aufnimmt, in welchem der Zündstift aus Messing steht, auf den der Hahn schlägt. Es sind zwar noch einige andere, von diesem in der Einrichtung etwas abweichende Verschlüsse im Gebrauch, doch ist dies der einfachste und verbreitetste.



1315. Zentralfeuer-Doppeljagdgewehr nach dem dreifachen Verschluß (Laufbefestigung).

Bald nach dem Lefaucheuxgewehr wurde das ihm ähnliche Lancastergewehr bekannt, dessen Zündung dadurch erfolgt, daß der Hahn gegen einen Schlagstift schlägt, der von einer Spiralfeder umgeben ist, welche den Zweck hat, den Schlagstift sofort wieder zurückzuschnellen, sobald er die Zündung bewirkt hat. Bleibt er aber, was nicht selten vorkommt, in der Patrone stecken, so läßt sich das Gewehr nicht öffnen. Diese und andere leicht vorkommende Störungen, die keine Verbesserungen seines Vorbildes bedeuten, waren der Verbreitung des Lancastergewehres hinderlich.

Ein wirklicher Fortschritt ist das angeblich vom Gewehrfabrikant Bernimolin in Lüttich 1850 erfundene Zentralfeuergewehr (Abb. 1315), welches seinen Namen daher hat, daß das Zündhütchen in der Mitte des Bodens der Patrone sitzt. Die federnden Zündstifte befinden sich in schräg liegenden Pistons, die ähnlich wie beim Perkussionsgewehr angebracht sind. Der Verschluß des Gewehrs ist ein dreifacher und ein sehr sicherer, durch Seitwärtsdrehen des zwischen den Hähnen liegenden Hebels wird er geöffnet.

Eine dritte Gruppe von Jagdgewehren sind die Zündnadelgewehre ohne Schlaghahn, deren ältestes System von Dreyse in Sömmerda 1856 konstruiert wurde. Die Läufe der Dreyseschen Doppelflinte sind seitwärts beweglich (Abb. 1316). Zum Öffnen wird der unter den Läufen liegende Hebel a nach links gedreht, wodurch die Läufe zuerst etwas vorgerückt, dann hinten nach rechts gedreht und die Schlösser zugleich gespannt werden. Durch ein Herunterdrücken von Sperrfedern lassen sich nun die Schlösser sichern. Die Hülse der Patrone (Abb. 1317), aus Papier oder Pappe, ist in den Bodenspiegel s eingeklebt und trägt die Zündpille z, welche von der Zündnadel angestochen wird; der Spiegel wird durch einen Auszieher an der metallenen Ladekapsel nach dem Schuß aus-

gezogen. Der Treibspiegel f wird durch die Pulvergase gegen die Seelenwand des Laufes gepreßt und treibt so die Schrotladung vor sich her, ohne daß Gase hindurchschlagen, woraus sich der diesem Gewehr nachgerühmte kräftige Schuß herleitet.

Eine Verbesserung des Dreyseschen Zündnadelgewehrs ist das Patentzündnadelgewehr von Teschner in Frankfurt a. O. (Abb. 1318 u. 1319), dessen Schlösser im



1316. Zündnadel-Doppeljagdgewehr von Franz v. Dreyse, Läufe geöffnet.

Schaft verborgen liegen. Statt der Spiralfedern treiben Schlagfedern den Zündbolzen in die Patronen, deren Hülsen beim Öffnen und Herunterklappen der Läufe durch einen hierbei nach hinten heraustretenden Auszieher hinausgestoßen werden. Beim Abfeuern schlägt der Schlagbolzen auf den Kopf eines Stiftes, der im Bodenspiegel der Patron sitzt und die Zündpille ansticht. Das Gewehr ist ein Selbstspanner; beim Öffnen des Gewehrs spannen sich die Federn und lassen sich dann durch eine Vierteldrehung des auf dem Kolbenhals sichtbaren Sicherungsflügels abstellen, d. h. sichern.

Die Kaliber der Flinten schwanken zwischen 16—20 mm und werden nach Nummern benannt: je höher die Nummer, um so kleiner das Kaliber. Auch die Schrote werden, ihrer Körnergröße nach, mit Nummern bezeichnet, doch ist diese Nummerbezeichnung nicht bei allen Fabriken übereinstimmend. Für Raubvögel, wilde Gänse und Füchse dient Nr. 0 bis 3, Nr. 4 ist Hasenschrot, 6 bis 8 Entenschrot, 8 bis 9 Hühnerschrot, 9 bis 10 Schnepfen- und 10 bis 12 Bekassinenschrot. Die höheren Nummern heißen Dunst und kommen für noch kleinere Vögel zur Verwendung.

Die Büchsen sind stets gezogen und einläufig. Die Pirschbüchsen haben in der Regel kürzere Rohre, als die Scheibenbüchsen, weil es bei diesen auf größere Tragweite und Trefffähigkeit ankommt. Die kurzen Pirschbüchsen der Bergjäger werden auch Stutzen genannt. Die Büchsen folgen in ihrer Einrichtung im allgemeinen den Kriegsgewehren, deren Verschlüsse sie haben und deren Metallpatronen sie auch verwenden. Fast alle Verschlußarten sind bei den Büchsen vertreten, besonders häufig der Mauserverschluß, selbst Mehrladergewehre finden immer mehr Eingang als Jagdgewehre.



1317. Patrone zu Dreyses Doppeljagdgewehr.

* * *

Die Herstellung der Handfeuerwaffen findet heute fast nur noch in Gewehrfabriken statt. Früher wurden die Läufe aus Schmiedeeisen gefertigt, aus „Platinen" über einen Dorn gerollt und geschweißt. Als aber Dreyse mit solchen Läufen für Zündnadel-Kriegsgewehre schlechte Erfahrungen machte und die gestellten Bedingungen nicht erfüllen konnte, folgte er 1850 der Anregung Krupps und verwendete Gußstahlläufe aus der Fabrik von Berger in Witten. Diese Läufe bewährten sich so vorzüglich, daß seit 1852 in Preußen zu Kriegsgewehren nur noch Gußstahlläufe verwendet wurden. Die Fabrik von Berger in Witten erlangte in der Herstellung derselben

bald einen Weltruf, den sie bis zur Gegenwart sich zu erhalten wußte. Aus Tiegelgußstahl werden kurze, dicke Cylinder gegossen, die zu kalibermäßigen Stangen ausgewalzt und in Stücke von Lauflänge zerschnitten werden. Aus ihnen werden dann die Läufe durch Ausbohren, Abdrehen, Ziehen, Polieren, Verhaften, Garnieren, Schmirgeln u. s. w. hergestellt. Die einzelnen Teile des Schlosses werden meist aus Stahl geschmiedet, gepreßt oder gestanzt und dann bearbeitet. Es wird hierbei grundsätzlich alles mittels Maschinen ausgeführt, was nicht notwendig mit der Hand geschehen muß, weil die Maschinen eine größere Gewähr für die Gleichmäßigkeit der Ausführung bieten, als sie durch Handarbeit erreichbar ist, und bei Herstellung von Kriegswaffen die größterreichbare Gleichmäßigkeit derselben erste Bedingung ist. Es kommen deshalb in der Waffenfabrik in ausgiebigster Weise Fräsmaschinen zur Verwendung; da aber jede Maschine nur eine Verrichtung ausführt und bei einem ununterbrochen fortlaufenden Gang der Arbeit auch nur ausführen kann, so kommt es, daß manche Gewehrteile durch 30 und mehr Maschinen gehen müssen und zur Herstellung eines Gewehres, d. h. nach einem Muster, viele hundert Arbeitsmaschinen gehören.

Die Munition wird gleichfalls mittels Maschinen angefertigt. Die Patronenhülsen werden aus Messingscheiben, die Geschoßmäntel aus Scheiben von nickelplattiertem Kupfer



1318 u. 1319. Zündnadeljagdgewehr von Teschner mit Patrone. (Zu S. 495.)

oder Stahl, aus anderweiten Nickellegierungen, besonders aus Neusilber gestanzt und gezogen. Das Abmessen und Einfüllen der Pulverladungen, wie das Einsetzen der Geschosse besorgen gleichfalls Maschinen, deren jede täglich 200 000 Stück und mehr fertigt.

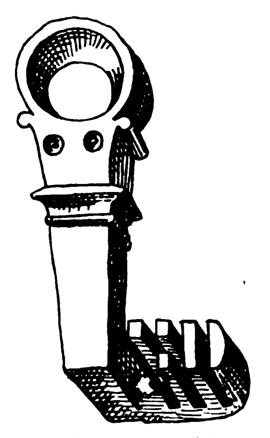
Das Deutsche Reich hat staatliche Gewehr- und Munitionsfabriken in Spandau, Erfurt, Danzig und Amberg. Eine der größten Privatfabriken ist die von L. Löwe & Co. (Aktiengesellschaft) in Berlin, dieser Firma gehört auch die Gewehrfabrik in Oberndorf am Neckar (früher Gebr. Mauser), sowie die deutsche Metallpatronenfabrik, früher Lorenz, in Karlsruhe, Baden; ferner in Suhl (mit den gothaischen Orten Zella, Mehlis u. s. w.) die Fabriken von Sauer, Schilling und Hähnel, in Sömmerda von Dreyse & Collenbusch; von Fabriken für Jagd- und Luxuswaffen sind noch die von Barella, Leue und Timpe in Berlin zu nennen. Österreich-Ungarn hat Staatsfabriken im Arsenal zu Wien, außerdem eine der größten Privat-Gewehrfabriken der Welt in Steyr, früher Werndl, jetzt einer Aktiengesellschaft gehörend, mit Filiale in Pest; ferner Privatfabriken zu Mürzsteg, Gradeck und Prag. In der Schweiz bestehen Fabriken zu Thun, Basel, Neuhausen u. s. w.; in England zu Birmingham, Sheffield, London, Enfield, Woolwich; in Frankreich zu St. Etienne, Chatellerault, Paris-Vincennes, Lille, Maubeuge, Tulle; in Rußland Tula, Ischew, Sestrorjatzk; Belgien hat zahlreiche Gewehrfabriken, besonders in und um Lüttich; Spanien hat Fabriken in Madrid, Oviedo, Barcelona, Cordova; Italien in Brescia, Terni, Torre-Annunciata, Turin; Nordamerika in Springfield, Harpers-Ferry, Hartford u. a. O.

Schlösser, Geldschränke, eiserne Möbel.

Schlösser.

Geschichtliche Entwickelung der Schlosserkunst.

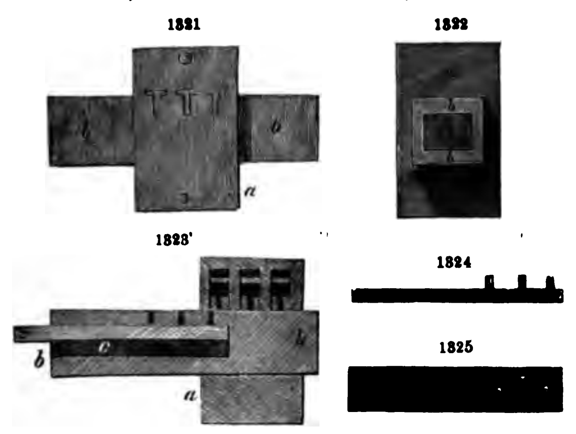
In den ältesten bekannten Aufzeichnungen, in der Bibel, sowie in der Ilias und Odyssee von Homer, ist schon von Schlössern und Schlüsseln die Rede. Damals war also schon das Bedürfnis vorhanden, einen Verschluß bewirken zu können. Die Auskunft, die man über diese Verschlußmittel bis jetzt erhalten hat, ist eine sehr geringe und oberflächliche, da sich in den genannten Quellen fast nichts findet, das einen Schluß auf die Bauart zuläßt, und man mehr auf die alten Funde und die Analogie mit Einrichtungen, die heute noch im Oriente üblich sind, angewiesen ist. Der Verschluß der Thüren, um welche es sich zunächst handelt, war ein verschiedener, je nachdem es galt, die Thür von innen oder von außen zu schließen. Zum Schließen der Thür von innen diente zuerst der Riegel, welcher vorgeschoben wurde und aus Holz gefertigt war. An einem Relief von Karnak, welches eine Pforte darstellt, ist ein solcher Querriegel zu ersehen, welcher in eine Maueröffnung eingreift. Hier haben wir demnach die erste Form eines Schlosses oder die Grundlage zu demselben. Als es nun später galt, zur Erhöhung der Sicherheit ein Hemmnis zur Feststellung des Riegels zu schaffen, was durch einfallende Zapfen oder Bolzen geschah, wurde ein Instrument notwendig, diese Hemmnisse auszuheben, und damit war der Schlüssel gefunden. In diesem ägyptischen Riegelsystem, wie es gegenwärtig noch in Ägypten und einem großen Teil von Nordafrika zu finden ist, haben wir die älteste nachweisliche Verschlußvorrichtung zu suchen. Das altgriechische Schloß (Odyssee XXI. 6. V.) bestand der Hauptsache nach aus einem Riegel, der auf der inneren Thürseite angebracht war, und den man von außen mit einem schmalen Riemen in die Schließstellung zog, worauf man den Riemen verknotete. Sollte die Thür von außen geöffnet werden, so mußte der Knoten gelöst und mittels eines langen hakenförmigen Schlüssels, der durch ein Loch (in der Thür) über dem Riegel in jenes eingeführt wurde, der Riegel zurückgestoßen werden. Dabei mußte der Schlüssel zwischen zwei Vorsprünge eingreifen, welche sich auf dem Riegel befanden.



1820. Altrömischer Schlüssel.

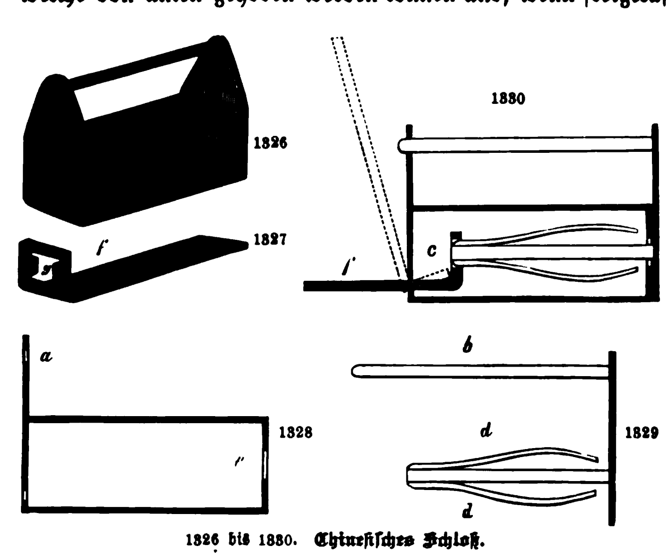
Die Römer benutzten lange Zeit zur Verwahrung ihrer Hausthüren von innen vorgelegte Querbalken, wie man unzweideutig aus den Mauerlöchern erkennen kann, die in den Ruinen von Pompeji bloßgelegt wurden. Für den inneren Verschluß, wie für Kasten und Truhen, sind schon künstliche Schlösser vorhanden gewesen. Andreas Dillinger in Wien, der eine sehr bedeutende Schloß- und Schlüsselsammlung besitzt, hat ein solches römisches Schloß rekonstruiert und beschreibt dasselbe unter Nr. 152 seines Kataloges wie folgt: „Rekonstruiertes römisches Schloß von Eisen mit Schlüssel. Der Schlüssel mit vier Zacken am Barte greift in die zellenartigen Öffnungen des Riegels ein, verdrängt die vier eingeklammerten Zapfen, die mittels einer Feder niedergedrückt werden, und nun kann der Riegel vor- und rückwärts geschoben werden.“ Bei den Römern scheint die

Schlosserei besonders gepflegt worden zu sein, wie aus mannigfaltigen Schlüsseln hervorgeht, welche uns aus dem Altertum erhalten sind, und aus deren Form man den Schluß ziehen kann, daß dieselben durch Drehen in der Schloßöffnung den Riegel des Schlosses zurückschoben; andere (Abb. 1320) dienten zum Heben der mehrfach erwähnten Zapfen oder Schieber. Da die alten Schlösser großenteils aus Holz gefertigt worden waren, darf es uns nicht wunder nehmen, daß kein einziges vollständiges Schloß bis in unsere Zeit gekommen ist. Auch aus der Zeit, als man die Schlösser aus Eisen herstellte, ist fast nichts Vollständiges auf uns gekommen, und wir müssen uns mit einzelnen Teilen begnügen und versuchen dieselben zusammenzusetzen.



1321 bis 1325. Altägyptisches Schloß.

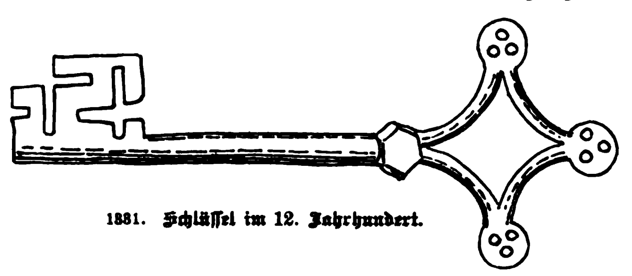
Da das ägyptische Schloß in einfacher und sinnreicher Weise die Idee des Kombinationsschlosses, dessen Grundgedanke den modernen Sicherheitsschlössern zu Grunde gelegt ist, zum Ausdruck bringt, so soll dasselbe hier näher beschrieben werden. Abb. 1321 bis 1325 zeigen das Schloß in seinen Teilen und von verschiedenen Seiten, a ist das Gehäuse, b b der durchgeschobene Riegel und c die Öffnung, in welche der Schlüssel gesteckt wird; die Abb. 1323 gibt einen Schnitt durch das Schloß mit eingestecktem Schlüssel, welcher in Ansicht und Grundriß (Abb. 1324 u. 1325) dargestellt ist. Die den Verschluß bewirkenden Teile sind drei, in dem oberen Teile des Gehäuses a frei spielende Stifte, welche von unten gehoben werden können und, wenn freigelassen, so weit herabfallen, wie es die Köpfe zulassen. In dem oberen Teile des Riegels befindet sich für jeden Stift ein Loch, und wenn derselbe so weit, wie in der Ansicht, eingeschoben ist, werden alle Stifte in die Löcher herunterfallen, wodurch das Schloß gesperrt ist. Der Riegel b erhält von der einen Seite eine Aushöhlung, so stark, daß die unteren Enden der herabgefallenen Stifte mit der Innenfläche der Oberwand gerade abschließen. Als Schlüssel dient ein Schieber, der ebensoviele Stifte oder Vorsprünge in gleicher Anordnung trägt, wie in dem oberen Teile des Gehäuses Stifte vorhanden sind. Die Aushöhlung c in dem Riegel hat eine solche Höhe, daß der Schlüssel mit seinen nach oben gerichteten Stiften gerade hineingeht. Wird der Schlüssel nun ganz nach hinten geschoben, so stehen seine Stifte genau unter den beweglichen oberen Stiften, und es bedarf nur eines Druckes mit dem Schlüssel nach oben, um die letzteren durch die ersteren in die Höhe zu treiben und damit den Riegel frei zu machen, der nun herausgezogen werden kann. In dieser Stellung ist das Schloß offen, und der Schlüssel kann entfernt werden. Um das Schloß durch Hineinschieben des Riegels



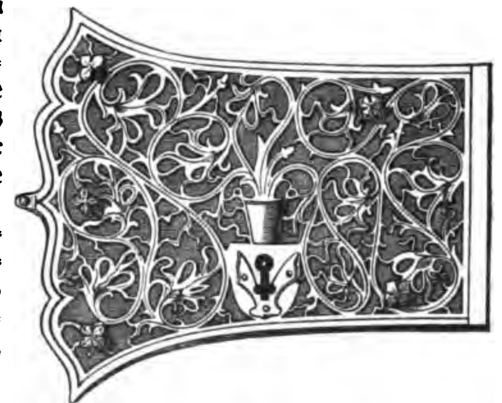
1326 bis 1330. Chinesisches Schloß.

wieder zu schließen, wird die Einführung des Schlüssels wenigstens in jenen Fällen nötig sein, wo in einer Längslinie mehrere Stifte stehen.

Ein ganz ähnliches Schloß mit solchen hölzernen Sperrstäbchen, die durch einen gezahnten Schlüssel gehoben werden, worauf der Riegel mit der anderen Hand zurückgeschoben wird, findet jetzt noch Anwendung auf dem Hundsrück, in der Gegend von Norath auf dem hohen Westerwalde, in der Gegend von Biedenkopf, Westerburg, Hadamar u. s. w., wie auch in Cornwall und auf den Faröerinseln. Außer diesen Schiebeschlössern gab es bei den Römern auch Drehschlösser: das sind solche, die durch eine drehende Bewegung des Schlüssels gesperrt worden sind. Das Prinzip, auf welchem diese Schlösser beruhen, ist genau dasselbe wie bei den neuzeitlichen Schlössern. Durch Drehung des Schlüssels, dessen Bart dabei das Eingerichte oder die Besatzung durchläuft, wird die Feder, welche den Schloßriegel in seiner Lage festhält, ausgerückt, der Riegel vor- oder zurückgeschoben und auch in der neuen Lage wieder durch die Feder festgehalten. Derartige Schlüssel sind bei den Ausgrabungen in Pompeji gefunden worden, woraus hervorgeht, daß man schon vor Christo dieselben gekannt hat; ja es ist ein kunstvolles Prachtexemplar, wie ein Kammerherrnschlüssel, gefunden worden, der eine Reihe zierlicher Durchbrechungen zeigt, die nur zum Schmuck und ohne die Möglichkeit einer praktischen Verwendung sind. Die römischen Drehschlüssel sind größtenteils Luxusschlüssel, ohne den Gebrauch gerade auszuschließen; viele sind als Fingerringe gefaßt und haben, wo der Schlüssel sich ansetzt, ein Plättchen, das sich zu einem Siegel eignet, aber nicht benutzt wurde, denn es zeigt nur nichtssagende Abfasungen, Einschnitte und Bohrkreise. Die Schlüsselbärte stehen häufig rechtwinkelig zur Ebene des Schlüsselgriffes, sie sind eingekrümmt oder geschweift. Alle Drehschlüssel haben hohle Schäfte.


1331. Schlüssel im 12. Jahrhundert.

Die Römer bedienten sich auch der Vorhängeschlösser, welche in ihrer Bauart chinesischen Schlössern ähnlich sind, die gleichfalls sehr alt sind und im folgenden näher beschrieben werden sollen. Das chinesische Schloß (Abb 1326—1330) besteht aus zwei Teilen, welche ineinander geschoben werden, ohne von einem der beiden Teile sagen zu können, ob er als Schloß oder als Riegel bezeichnet werden könnte. Die perspektivische Abb. 1326 zeigt das Schloß in zusammengeschobenem Zustande; Abb. 1327 ist der Schlüssel; Abb. 1328 zeigt den Schnitt durch den hohlen, meist aus Messingblech gefertigten Körper, dessen Lappen a zur Aufnahme des Endes des Schlußstiftes b in Abb. 1329 des zweiten Schloßteiles dient. Dieser zweite Schloßteil, der in den ersteren hineingeschoben wird, trägt einen zweiten Stift c, an dessen Ende die beiden Sperrfedern d d angenietet sind. Beim Zusammenschieben drücken sich diese Federn, die für deren natürliche Stellung zu enge Öffnung e passierend, zusammen und federn beim Schluß auseinander, beide Teile fest miteinander verbindend, wie dies in Abb. 1330 im Schnitt dargestellt ist. Zum Öffnen dient ein Schlüssel f, bestehend aus einem gebogenen Blechstreifen, dessen kurzer Schenkel eine Öffnung g enthält. Letzterer wird zunächst wie die punktierte Stellung in Abb. 1330 angibt, hineingeschoben und mit seiner Öffnung über das Ende des Dornes c gebracht. Nun schiebt man den Schlüssel gerade hinein, zwingt dabei die Federn d d zusammen und ist dann leicht imstande, das Schloß


1332. Schloßblech, gotische Arbeit aus Neukirchen.

durch Auseinanderziehen der beiden Teile zu öffnen. Ähnliche Schlösser findet man in Indien, Persien, Ägypten, auch in einzelnen Teilen von Deutschland ist dasselbe in Gebrauch gewesen, wie aus Stücken in verschiedenen Altertumsmuseen Deutschlands hervorgeht.



1333. Schlüssel aus dem 15. Jahrh.

Obwohl schon im Altertum Verbesserungen der einfachen Verschlußvorrichtungen erfunden worden sind, und man von dem Holze, das hauptsächlich Verwendung fand, zur Bronze und auch teilweise zum Eisen übergegangen war, findet man im 9. Jahrhundert noch vielfach das einfache Holzriegelschloß im Gebrauch, und erst mit Beginn des 10. Jahrhunderts mußten die hölzernen Schlüssel den metallenen weichen. Welches während der Völkerwanderung die gebräuchlichste Form des Schlosses und Schlüssels war, ist schwer zu bestimmen; man findet Schlüssel aus Bronze hergestellt mit kurzem hohlen Rohre, das Gesenke vierkantig gestaltet, der Griff mit einem runden Ringe, einige mit byzantinischen Ornamenten, der Bart von einfachen runden oder länglich viereckigen Öffnungen durchbrochen. Im 11. Jahrhundert, mit der fortschreitenden Entwickelung der Schmiedearbeiten, wurde die hölzerne Unterlage entfernt und der Riegel auf ein Unterlagsblech gelegt, welches das Schlüsselloch notwendig machte, denn bis in das 10. Jahrhundert wurde der Schlüssel von der Seite eingeführt. Mit dem Entstehen des Schloßbleches mußte vorn eine Öffnung zur Einführung des Schlüssels geschaffen werden; zugleich entstand auch das Gehäuse, Eingerichte oder Gewirre für die Schlüsselführung. Im 12. bis 14. Jahrhundert entwickelten sich Schloß und Schlüssel (Abb. 1331) sowohl in der Konstruktion, wie auch in der Ornamentation. Charakteristisch ist die aufgelegte Verzierung um das Schlüsselloch, die, sich als Ornamente über die Schloßplatte ausbreitend (Abb. 1332), auch den Zweck der bequemen Auffindung des Schlüsselloches erfüllt. In dieser Zeit beginnt auch eine Umgestaltung des Schlüssels, besonders nach der stilvollen Seite hin, der Griff wird ringförmig gebildet, der Bart, anfangs flach, erhält später Kreuz- und Querschnitte. Der Griff nimmt auch teilweise trapezförmige Gestalt (Abb. 1333) an, und im Barte machen sich bereits verschiedene symmetrische Einschnitte bemerkbar, unter denen das Vorkommen des Kreuzes, als Symbol des Christentumes, vorherrscht. Mit dem 15. Jahrhundert beginnt die Blütezeit der Schlosserkunst, um welche Zeit Deutschland allen anderen Ländern in Bezug auf künstlerische Metallbearbeitung voran war. Die technische Fertigkeit des Schmiedes erstreckt sich nicht nur auf Gitter, Füllungen, Brunnenbekrönungen (Abb. 1334) u. s. w., sondern auch auf das Schloß und seine Teile. Hier tritt nun eine bedeutende Veränderung insofern ein, als das Unterblech, das den Mechanismus verdeckt, umgewendet und die Konstruktion des Schlosses sichtbar belassen wurde, wodurch der Schlosserkunst besonders Gelegenheit geboten war, sowohl in technischer als auch in künstlerischer Beziehung das Schloß und seine Teile zu vervollkommnen. Das technisch-künstlerische Prinzip, welches bei allen Schlosserarbeiten dieser Zeit



1334. Renaissancegitter von Eisen mit Blumen und Stabwerk (16. Jahrhundert).



1335. Kastenschloß aus dem 15. Jahrh., gotisch (Paris).

zur Geltung kommt, beruht auf der Eigentümlichkeit des Schmiedeeisens, in glühendem Zustande ein vollständig plastisches Material zu werden, das sich unter dem Hammer strecken und stauchen, wie auch zu dünnen Platten ausschmieden und sich in schöne Bogen- und Spiralformen krümmen läßt. Alle Arbeiten aus dieser Periode (Abb. 1335 u. 1336) zeigen eine solche Eigentümlichkeit und Sorgfalt der Ausführung, daß man sagen kann, jeder einzelne Meister hat einen Teil seines eigenen Wesens in das Kunstwerk hineingelegt. Besondere Sorgfalt und Aufmerksamkeit wurde der Anfertigung der Schlüssel zugewendet, und diese erreichen in der Ornamentation, wie auch in den verschiedenen technischen Ausarbeitungen das Vollendetste und erregen berechtigte Bewunderung. Jedes Stück ist für sich harmonisch abgeschlossen, jeder Einzelteil in seiner Eigentümlichkeit hervorgehoben, und im Ganzen kennzeichnet sich die eigene freie Erfindung des Verfertigers.



1336. Renaissanceschloß aus dem 16. Jahrhundert. (Rückseite.) Aus dem Nordböhmischen Gewerbemuseum in Reichenberg.

Besonders schöne Beispiele kann man nicht nur in den verschiedenen Museen in Nürnberg, Wien, München u. s. w. sehen, sondern sie finden sich auch vor allem in der Sammlung von Schlüsseln und Schlössern von Andreas Dillinger in Wien; so beschreibt der Besitzer in seinem Katalog unter Nr. 355 einen florentinischen Schlüssel von 150 mm Länge, wie folgt: „Den Griff bilden an beiden Seiten verschlungene weibliche Figuren, die ein Wappenschild — darin ein Pferdekopf in Silber geschlagen — umrahmen, zur Bekrönung eine sitzende Figur, eine neunzackige mit Silber ausgelegte Krone haltend; ein Maskaron, dessen Augen von Silber, bildet das Gesenk; kanneliertes Rohr, der Bart kreuzförmig ausgeschnitten, vorn am Reif gekerbt. Schönes Stück, meisterhaft geschnitten aus der besten Zeit der florentinischen Renaissance.“ Bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts behauptet sich die künstlerische Ausführung von Schloß und Schlüssel, aber seit der Mitte dieses Jahrhunderts gehen beide mehr dem Verfall entgegen. Die feine künstlerische Arbeit verschwindet, und das Bekanntwerden des französischen Schlosses, mit seinem verborgenen Mechanismus, verursacht eine Umwandlung auch an dem deutschen Schloß, indem der Mechanismus in einem Kasten aus Eisen mit Messingblech oder blau angelaufener Platte überdeckt wird. Auch macht sich in dem 18. Jahrhundert der Einfluß von Rokoko und Zopfstil hier bemerkbar, die Arbeiten sind oberflächlich und die Kunsttüchtigkeit und Kunstfertigkeit der Schlosser in der Kleinkunst kommt allmählich in Vergessenheit. Nur zu natürlich ist dieser Vorgang, wenn man die Wandlungen betrachtet, die im Laufe der Jahrhunderte der Beschlag für Thüren durchgemacht hat,

und der am besten zum Ausdruck kommt, wenn man die Fläche des sichtbaren Beschlages mit der Holzfläche in Beziehung bringt; nach Frauberger in „Kunst und Gewerbe“ ergibt sich folgendes:

Es kommen bei einer Zimmerthür

in der	gotischen	Periode	1 qcm	sichtbarer	Beschlag	auf	7 qcm	Holz
„ „	Renaissance	„	1 qcm	„	„	„	9 qcm	„
„ „	Rokoko	„	1 qcm	„	„	„	240 qcm	„
„ „	Empire	„	1 qcm	„	„	„	800 qcm	„
„ „	1872	„	1 qcm	„	„	„	2700 qcm	„

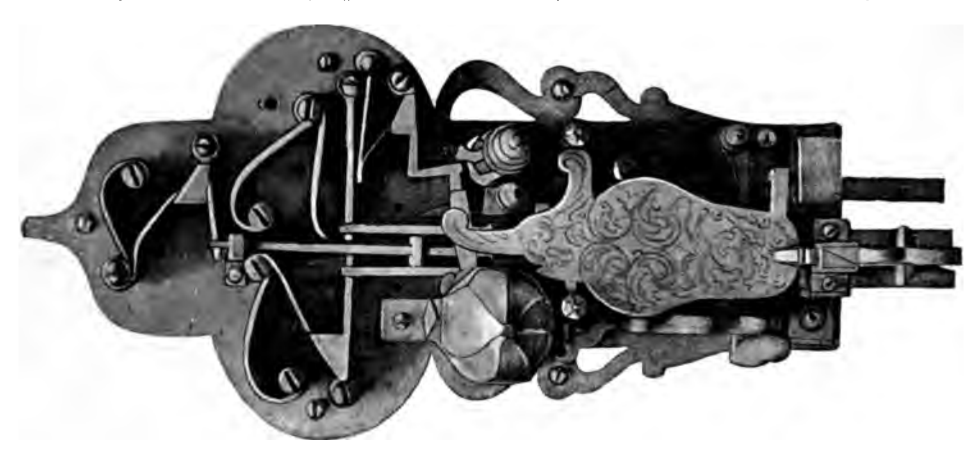
Die Thür eines Schrankes zeigt

in der	gotischen	Periode	1 qcm	sichtbaren	Beschlag	auf	7 qcm	Holz
„ „	Renaissance	„	1 qcm	„	„	„	12 qcm	„
„ „	Rokoko	„	1 qcm	„	„	„	300 qcm	„
„ „	1872	„	1 qcm	„	„	„	3900 qcm	„

Abgesehen von der künstlerischen Seite machte auch die Konstruktion des Schlosses selbst manche Wandlung durch, wie eine Betrachtung der altdeutschen Schlösser in den Museen und Sammlungen ergibt; doch von allen diesen Meisterwerken der Schlosserkunst kennt man den Meister nicht; nur ganz wenige Namen sind aus dieser Zeit auf uns herüber gekommen und zwar weniger wegen ihrer Arbeiten in der Schloßbaukunst als wegen anderer Dinge. Damals waren nämlich noch manche Gewerbe ganz mit der Schlosserei, verbunden, die sich erst später selbständig machten und zur Bedeutung gelangten, manche die jetzt vollständig verschwunden sind. Erwähnt soll werden, daß Anfang des 16. Jahrhunderts der Schlossermeister Peter Henlein, gest. 1542, die „lebendigen Nürnberger Eier“ oder die Taschenuhren erfand; der Schlossermeister Kaspar Werner, ein Zeitgenosse des Vorhergehenden, gest. 1545, verband diese Taschenuhren mit allerhand künstlichen Triebwellen; der berühmte Schlossermeister Hans Bullmann, gest. 1535, erwarb sich in der Uhrmacherei solches Ansehen, so daß Kaiser Karl V. denselben in einer Sänfte von Nürnberg nach Wien tragen ließ, damit er dort die Ausbesserung der kaiserlichen Uhren vornehmen könne; der Schlossermeister Hans Ehemann, gest. 1551, erfand 1540 das sogenannte Malschloß, nachdem 1517 von einem unbekannten Schlossermeister das Radschloß zu den kleinen Gewehren erfunden worden war. Das Ring- Mal- oder Buchstabenschloß (Abb. 1337) ist ein cylindrisches Vorhängeschloß ohne Schlüssel, welches in neuerer Zeit sich wieder mehr eingebürgert hat. Das Schloß besteht aus zwei Teilen, ähnlich dem chinesischen Vorhangschloß (Seite 498), und der eine Teil, welcher in den anderen hineingeschoben werden muß, zeigt eine mit Zähnen versehene Spindel, welche nur dann bewegt werden kann, wenn die Zähne einem Ausschnitt der verschiedenen Ringe gegenüberstehen. Die Ringe, auf welchen Buchstaben in beliebiger Anzahl angebracht sind, müssen so gedreht werden, daß alle Einschnitte in einer Linie liegen und den Zähnen der Spindel gegenüberstehen, worauf dann ein Herausziehen der letzteren und damit ein Öffnen des Schlosses stattfindet. Die Ringe können mit Zuhilfenahme eines bestimmten Lösungswortes eingestellt werden, aber nur bei genügender Beleuchtung, und hier liegt eine der schwächsten Seiten dieses Sicherheitsschlosses, welches durch das Geheimnisvolle der Buchstaben die Menschen geradezu herausfordert, den Versuch zu machen, das richtige Wort zu treffen. Da das Schloß dann eigentlich wertlos ist, wenn das Losungswort zu vielen Personen bekannt wird, hat Regnier, ein französischer Mechaniker (gestorben 1824 zu Paris), das Buchstabensystem insofern verbessert, als er eine doppelte Lage von Ringen an demselben anbrachte, wodurch man mit der zum Öffnen dienenden Zeichenstellung beliebig wechseln kann.


1337. Buchstabenschloß mit verstellbarem Namen.

Einen sehr großen Umschwung in der Schloßbaukunst brachte der Übergang von dem altdeutschen Schloß zu dem sogenannten französischen Schloß hervor, der sich in der Mitte des 17. Jahrhunderts vollzog. Das deutsche Schloß (Abb. 1338) ist ein sogenanntes Schnappschloß, indem an der hinteren Seite des Riegels eine Feder fortwährend wirkt und denselben stets vortreibt, sobald er freigelassen ist. Manchmal erfolgt die Feststellung des Riegels in seiner zurückgeschobenen Stellung durch den Schlüssel selbst, manchmal auch durch einen besonderen Aufhalter, der in eine Kerbe im Riegel einfällt, wenn derselbe am weitesten zurückgeschoben ist. In diesem Falle ist das Zuschließen ein Zuschnappen, d. h. man drückt auf einen vorstehenden Knopf oder dergleichen, wodurch der Aufhalter ausgehoben wird, so daß die Feder den Riegel vorschnellen kann. Bei solchen Schlössern ist der Riegel vorn abgeschrägt, infolgedessen schließt sich das Schloß schon beim Zuschlagen der Thür durch den Druck, den der Riegel beim Anschlagen an den Schließkolben erleidet. Die Sicherheit dieses Schlosses ist eine geringe, besonders dann, wenn nicht dafür gesorgt ist, daß der Riegelkopf geschützt ist. Das Bekanntwerden des französischen Schloßsystems, um 1640 herum, verursachte eine vollständige Umwandlung in der Schloßbaukunst. Dieses „neumodische" Schloß mit seinem verborgenen Mechanismus



1338. Schloß aus der Eisensammlung des Bayerischen Gewerbemuseums.

wurde jedoch nicht von J. G. Freitag aus Gera, wie häufig angenommen wird, erfunden, denn nach A. Dillinger in Wien findet sich in dem Werke des berühmten Schlossermeisters Mathurin Joasse: „La fidèle ouverture de l'art du serrurier", aus dem Jahre 1640, bereits die Abbildung von Schlüsseln, die für französische Schloßsysteme bestimmt waren. Da im Laufe der Zeit das Schloß immer mehr und mehr von dem „äußeren" Schauplatze verschwindet, da es in das schützende und deckende Holz hineinverlegt wird, verliert sich immer mehr die künstlerische Ausführung. Die letzten Reste der Kunst im Schlossergewerbe weichen der gewöhnlichen Fabrikation, und in der jüngsten Zeit werden die gewöhnlichen gangbaren Schlösser fast ausschließlich nur in Großbetrieben als Spezialartikel hergestellt. Allerdings, dem Erfindungsgeiste blieb hier ein Feld eröffnet, das wie andere Gebiete der technischen Künste und Gewerbe bearbeitet wurde und — wird.

Das Schloß und seine Teile.

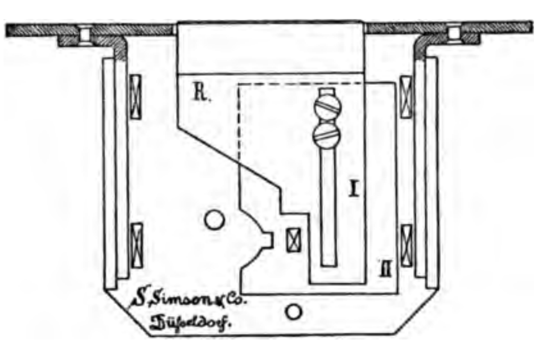
Jedes Schloß, welches seinen Zweck erfüllen soll, muß 1) sicher, 2) stark, 3) einfach und 4) dauerhaft sein. Die Sicherheit eines Schlosses besteht nicht nur darin, daß das Schloß auf unbefugte Weise nicht geöffnet werden kann, sondern auch darin, daß der Besitzer des Schlüssels bei dem Verschließen ohne weiteres die Überzeugung erlangen muß, das Schloß ist wirklich geschlossen. Die Stärke eines Schlosses muß dasselbe gegen gewaltsame Öffnungs- und Zerstörungsversuche genügend widerstandsfähig machen. Gegen die Einfachheit wird so häufig bei den neueren Konstruktionen und Erfindungen gesündigt,

und gerade das Einfachste ist das Beste und Natürlichste. Ebenso wie bei einer Maschine die Einfachheit — natürlich gute Arbeit vorausgesetzt — das beste Kennzeichen ihrer Brauchbarkeit und Güte sein wird, ebenso wird auch bei einem Schlosse die Einfachheit gefordert werden müssen. Was nützen Schlösser, bei denen eine Reihe von Handgriffen notwendig sind, die selbst von dem Eigentümer vergessen werden können? Was nützen Schlösser, welche eine Menge kleiner Stifte, Federn, Scheiben u. s. w. enthalten, die bei einer einzigen falschen Bewegung in Unordnung kommen? Endlich muß jedes Schloß auch dauerhaft sein, damit es den Einflüssen des Staubes und Schmutzes nicht zu sehr unterworfen ist, und damit die überall sich geltend machende Abnützung den Gang des Schlosses nicht beeinflußt.

Die wichtigsten Schloßteile sind: 1) der Schlüssel, 2) der Riegel und die Falle, einschließlich des Nachtriegels, 3) die Zuhaltungen. Der Schlüssel ist jener Teil des Schlosses, welcher einerseits zum befugten Öffnen des Schlosses dient, anderseits dazu bestimmt ist, die Zuhaltungen und Hindernisse so einzustellen, daß die Bewegung des Riegels erfolgen kann. Jeder Schlüssel muß so beschaffen sein, daß es schwer ist, denselben nachzumachen, und man nicht erkennen kann, welches die wirksamen Teile desselben sind. Früher war das Bestreben vorhanden, möglichst große und starke Schlüssel anzufertigen; man hat aber erkannt, daß das Schlüsselloch jedem unbefugten Öffnungsversuch die beste und wirksamste Angriffsstelle darbietet, weshalb man bei den neueren und neuesten Erfindungen darauf ausgeht, möglichst kleine Schlüssel zu verwenden. An dem Schlüssel unterscheidet man den Bart oder Kamm, den Schaft oder das Rohr, das Gesenke, welches das Verbindungsglied zwischen Rohr und Griff bildet, und den als Handhabe dienenden Ring oder die Reide (Raute). Ist das Schlüsselrohr hohl, so nennt man den Schlüssel einen gebohrten; bei demselben kann ein am Schloßblech festgenieteter Dorn in die Bohrung eindringen und verkleinert auf diese Weise die Größe des Schlüsselloches. Gebohrte oder hohle Schlüssel können gewöhnlich nur einseitig benutzt werden, doch sind auch Versuche gemacht worden, dieselben zweiseitig zu benutzen. Hierher wären u. a. zu rechnen die Schlüssel von Michael Lochmüller in München, von Karl Hermann Clemens in Berlin, von B. Bauer und H. Schacht in Altona u. s. w. Zur Erhöhung der Sicherheit hat man den Schlüsseln mehrere Bärte gegeben, die je nach der Anzahl unter einem Winkel von 180°, 90°, 120° u. s. w. verstellt worden sind. Besonders die doppelbärtigen Schlüssel werden bei Sicherheitsschlössern und Geldschrankschlössern sehr häufig angewendet, wobei man besonders bemüht ist, die Angriffsflächen möglichst verschiedenartig zu gestalten, wie z. B. bei dem Schlüssel von H. u. C. Magnus in Berlin, oder bei dem Protektorschloß von Th. Kromer in Freiburg (S. 517), bei welchem Aussperrungen im Schlüsselbarte angebracht worden sind, welche zur Erschwerung des Nachformens des Schlüssels abwechselnd rechts und links zugeschrägt sind, und in welche entsprechend geformte Zungen der Zuhaltungen eingreifen, so daß die letzteren abwechselnd von den Innen- und den Außenkanten bethätigt werden. Die Stufenschlüssel bei Chubbschlössern (S. 512) können meist nur einseitig benutzt werden, deshalb hat A. Kleinau in Hamburg den Schlüsselbart drehbar gemacht (S. 513), und Bernhard Tropus in Hamburg hat einen doppelbärtigen Schlüssel für unsymmetrisch angeordnete Zuhaltungen gebaut. Außerdem gibt es Schlüssel ohne Bart, wie z. B. bei dem Schloß von W. Schweickart in Hamburg oder dem Schlüssel von G. Fuhrmann in Berlin, welcher korkzieherartig gewunden ist, oder dem Schlüssel von G. Piccioni in Montefiore dell' Aso, bei welchem der Schlüsselangriff in das hohle Schlüsselrohr verlegt ist, u. s. w. Erwähnt sollen noch die verstellbaren Schlüssel werden von K. Kästner in Leipzig und von M. Fabian in Berlin, wie auch die Gliederschlüssel von S. Radlauer, H. Lubszynky und E. Widemann in Berlin.

Der Riegel und die Falle sind jene Teile des Schlosses, welche den eigentlichen Verschluß bewirken, indem diese Teile in den festen unbeweglichen Körper des zu verschließenden Gegenstandes eindringen, und zwar wird die Falle gewöhnlich zu einem mehr oder weniger vorübergehenden Verschluß benutzt, während der Riegel einen dauernden, sicheren Verschluß bewirken soll. Um den sicheren Verschluß besonders von einer Seite erhöhen zu können, verwendet man den Nachtriegel. Der Riegel besteht aus dem Riegelkopf,

der manchmal zwei- oder mehrteilig ist, und aus dem Schaft, an welchem der Schlüssel angreift. Um die Sicherheit zu erhöhen und einen Verschluß bei Schiebethüren oder Klappenverschlüssen bewirken zu können, verwendet man den sogenannten Hakenriegel, bei welchem außer dem gewöhnlichen, sich in einer Geraden bewegenden Riegel, mit diesem ein Haken mit drehbarer Bewegung verbunden ist, der sich beim Schließen hinter das Schließblech schiebt. Jagdriegel wird jener Riegel genannt, bei welchem zwei oder mehrere Köpfe vorhanden sind, welche sich hintereinander herbewegen und durch eine schleifenförmige Öse des Schließbleches hindurchgehen. Basküleriegel sind jene Riegel, bei welchen mehrere Riegel vorhanden sind, die sich nicht in einer Richtung, sondern unter verschiedenen Winkeln bewegen; die Vermittelung dieser Bewegungen wird durch eine Drehscheibe oder eine Basküle bewirkt. In diese Gruppe gehören auch die Drehriegel von J. Lederer in Wien, bei welchen ein kleines Getriebe verwendet wird, sowie das Schloß von C. W. Fr. Cords in Hamburg; auch die Schraubenriegel von L. Götz & Co. in Stuttgart (Abb. 1395) sind Drehriegel, deren Bewegung durch ein kleines Rädergetriebe bewirkt wird. Für Möbelschlösser stellt sich öfters die Notwendigkeit heraus, die Größe „Stulp auf Dorn“, d. h. die Entfernung der Thürkante von dem Mittelpunkte des Schlüsselrohres, der Ornamentation entsprechend, zu verändern, weshalb S. Simson & Co. in Düsseldorf Schlösser mit verstellbaren Riegeln konstruiert hat, welche aus zwei Teilen bestehen, die durch Druckschrauben miteinander verbunden werden (Abb. 1339).

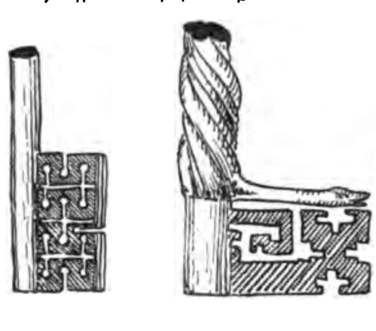


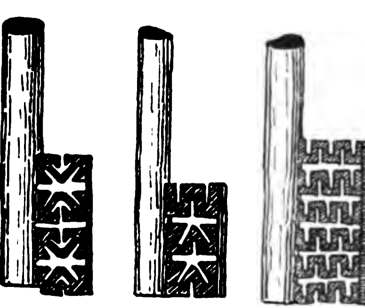
1339. Schloß mit verstellbarem Riegel.

Die Zuhaltungen sind jene Teile des Schlosses, welche eine Verschiebung oder Drehung des Riegels erst dann zulassen, wenn sie mittels des Schlüssels richtig gestellt worden sind. Im allgemeinen gibt es zwei Hauptarten von Zuhaltungen, nämlich 1) solche, deren Bewegungsrichtung zur Schlüsselachse winkelrecht steht, und 2) solche, deren Bewegungsrichtung parallel zur Schlüsselachse geht. Die meisten Zuhaltungen werden durch Federn in Bewegung gesetzt, d. h. in die Ruhelage gedrängt; da aber jede Feder ein unsicherer Konstruktionsteil ist, so hat man sich bemüht, Zuhaltungen zu konstruieren, bei denen keine Federn notwendig sind, wodurch man zu den sogenannten zwangsläufigen Zuhaltungen gekommen ist. Zwangsläufige Zuhaltungen sind solche, welche nur durch den Schlüssel aus ihrer Ruhelage ausgehoben werden; dieselben werden auch nicht durch Federn in ihre Ruhelage zurückgebracht, sondern durch den Schlüssel selbst. Rückwirkende Zuhaltungen sind solche, welche eine der Bewegung der übrigen entgegengesetzte Bewegungsrichtung haben. Um das Schloß, wenn der Schlüssel verloren gegangen ist, wieder benutzen zu können, ohne die Sicherheit zu vermindern, bemüht man sich, auch verstellbare Zuhaltungen zu konstruieren; hierher gehören die verstellbaren Zuhaltungen von Grangoir, Ernst Blevot in Brüssel und die von M. Fabian in Berlin. Erwähnt soll noch das Schloß von W. Bosch in Berlin werden, bei welchem die Zuhaltungen gleich als Falle oder Riegel benutzt werden. Da die Zuhaltungen in innigem Zusammenhang mit der Konstruktion des Schlosses stehen, so soll deren genauere Besprechung erst bei der Beschreibung der Schlösser folgen.

Die Sicherheitsvorrichtungen haben den Zweck, ein unbefugtes Aufschließen eines Schlosses möglichst zu erschweren. Bei den Sicherheitsschlössern werden besondere Einrichtungen getroffen, welche dort (S. 512 ff.) besprochen werden; für die gewöhnlichen Schlösser bilden aber die Besatzungen die wichtigste Sicherheitsvorrichtung. Unter Besatzung, Eingerichte oder Gewirre versteht man jene in dem Schlosse angebrachten Hindernisse, welche die Einführung eines fremden Schlüssels verhindern bezw. erschweren sollen. Während der Blütezeit der Schlosserkunst im 16. und 17. Jahrhundert wurde den

Besatzungen eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und dieselbe mußte selbstverständlich die Gestaltung des Schlüsselbartes wesentlich beeinflussen (Abb. 1340). Die einfachste Besatzung ist die sogenannte Reifbesatzung (Abb. 1341), bestehend aus einem Streifen Eisen- oder Kupferblech, im Kreise gebogen, entsprechend dem Einschnitte im Schlüsselbarte, so daß man nur mit einem Schlüssel bis an das Schloßblech gelangen kann, der mit diesen Einschnitten versehen ist. Außer diesen Reifbesatzungen gibt es noch Mittelbruchbesatzungen, bei welchen ein Blech a so zwischen den sogenannten Schenkelfüßen b (Abb. 1342) befestigt ist, daß es dem Schlitz, der den Bart in zwei Teile teilt, entspricht. Die Mittelbruchbesatzung wird meistens mit irgend einer anderen Art der Besatzung in Verbindung gebracht. Ferner gibt es sogenannte Kolbenbesatzungen, bestehend in kleinen halbkugelförmigen Köpfen, welche durch Nieten oder durch entsprechendes Durchtreiben des Bleches gebildet werden. Endlich werden auch noch die Krückenbesatzungen verwendet, die darin bestehen, daß bei der Reifbesatzung der obere Rand rechtwinkelig oder unter einem schiefen Winkel abgebogen ist. Werden die Reifbesatzungen nicht winkelrecht zur Schloßblechebene eingesetzt, sondern unter einem schiefen Winkel, so spricht man auch von Kreuzbesatzungen. Wird ein Schlüssel zu einem Schlosse mit komplizierter Besatzung verloren, so erfordert dessen Herstellung viel Arbeit, oder die Besatzung muß entfernt und durch eine andere ersetzt werden. Um dies zu vermeiden, hat Gust. Brunck in Bromberg auswechselbare Besatzungen gebaut, welche jedem Schlosse mit den dazu gehörigen Schlüsseln mitgegeben werden. Die Besatzungen haben auch die Aufgabe, wie der Dorn bei einem gebohrten Schlüssel, das Schlüsselloch nicht zu groß werden zu lassen, da dieses nur die Sicherheit gefährdet. Aus diesem Grunde ist man bemüht, das Schlüsselloch besonders zu schützen, und zu diesem Zwecke werden besondere kleine Schlösser aufgesetzt, wie z. B. bei Fr. Förstemann in Berlin, bei Georg Heise in Landeshut, bei Theod. Fischlein in Dresden, oder die Sicherheitsvorrichtung wird in das Schlüsselloch selbst verlegt, wie bei den Erfindungen von Wilhelm Colshorn in Hamburg und von Theod. Fischlein in Dresden; oder aber es werden Scheiben angeordnet, welche das Schlüsselloch verschließen, wie bei dem Schlüssellochverschluß von C. A. Hünlich in Dresden u. s. w. u. s. w.

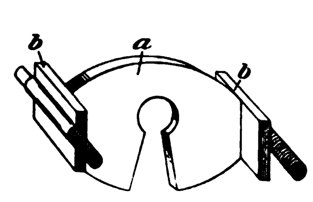




1340. Schlüsselbärte.



1341. Die Besatzung oder das Eingerichte.

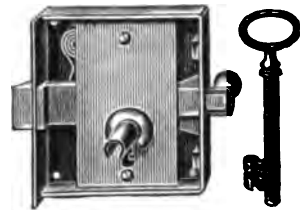


1342. Mittelbruchbesatzung.

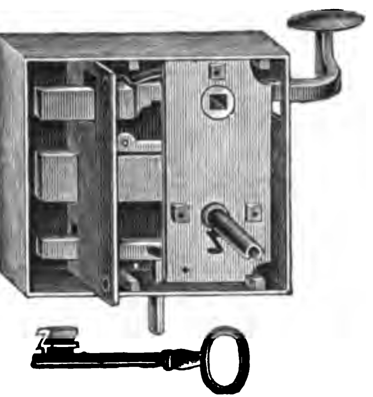
Bevor zu der Beschreibung der einzelnen Schloßarten übergegangen wird, soll noch eines Schloßteiles gedacht werden, der eigentlich so recht der schwache Punkt eines Schlosses ist, nämlich der Feder. Da sich die Wirkung der Feder auf die Elastizität des Materials stützt und durch fortwährende Beanspruchung nach einer Richtung hin eine Abnahme der Elastizität oder die Wirkungslosigkeit, ja sogar der Bruch der Feder eintreten muß, so ist es nur zu begreiflich, wenn die Erfinder neuer Schlösser bemüht sind, die Federn ganz zu vermeiden. Georg Price schreibt im Jahre 1859 in seinem Werke „Die Fabrikation der Geld- und Dokumentenschränke“ über diesen Gegenstand folgendes: „Die wahren

Verbesserungen in der Bauart der Schlösser seit 1851 sind nicht zahlreich, aber sie erfüllen den Zweck, und wenn Erfinder und Schloßfabrikanten nur das Prinzip im Auge behalten, nach dem jede Maschine gebaut werden soll, nämlich Einfachheit, so wollen wir nicht daran verzweifeln, daß wir in nicht zu ferner Zeit uns im Besitze eines Schlosses befinden, das ohne Ausnahme alle die vorerwähnten guten Eigenschaften besitzt und, was die Hauptsache, so einfach ist, daß es selbst jenes Popanz und der Schlosser Ärger, nämlich aller und jeder Feder, entratet."

Einteilung der Schlösser. Je nach der Zusammensetzung, die wieder von der Verwendung abhängig ist, unterscheidet man 1) Kastenschlösser, das sind Schlösser, deren einzelne Teile von einem eisernen Kasten ganz eingeschlossen sind; sie dienen zum Verschluß von Thüren untergeordneter Bedeutung, an deren innerer, dem zu verschließenden Raume zugekehrten Seite sie mittels Schrauben befestigt werden; sie stehen um die Schloßdicke aus der Thürebene heraus. Ferner spricht man 2) von Einlaßschlössern, welche nur teilweise in eine ausgestemmte Vertiefung oder Aushöhlung der Thür so eingesetzt werden, daß die dem Inneren des zu schließenden Raumes zugekehrte Schloßplatte bündig mit der betreffenden Holzebene ist; 3) die Einsteckschlösser werden in eine an der schmalen Thürseite ausgestemmte Aushöhlung gesteckt und gegen die einzige offene Schmalseite durch einen bis auf seine Dicke eingelassenen Metallstreifen, den Stulp, unzugängig gemacht; 4) die Vorhängeschlösser, welche nur durch einen Bügel, der durch eine Öse geschoben wird, in Verbindung mit dem zu schließenden Raume stehen, weshalb diese nur eine beschränkte Sicherheit bieten können, und 5) die sogenannten Sicherheitsschlösser, welche in allen vorstehenden bezeichneten Formen ausgeführt werden und vorkommen, weil sich diese Bezeichnung nur auf den inneren Bau des Schlosses bezieht.


1343. Knopfriegelschloß.

Um eine sichere Bewegung des Riegels zu bewirken, ist derselbe meistens mit einer Feder oder Zuhaltung in Verbindung gebracht, welche denselben entweder direkt in die Verschlußstellung schiebt, wie beim deutschen Schlosse, oder ihn in seinen beiden entgegengesetzten Lagen, in welchen das Schloß auf- und zugesperrt ist, und in welche er durch die Drehung des Schlüssels versetzt wird, festhält. Die erste Art der Schlösser, zu der auch die sogenannten Schnappschlösser gehören, werden in der neueren Zeit sehr wenig angewendet.


1344. Kastenschloß.

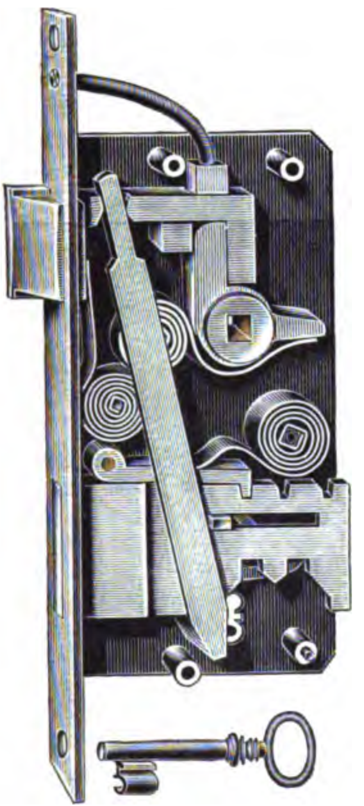
Die Kastenschlösser. Das einfachste Schloß dieser Art ist jedenfalls der einfache Riegel für Badezimmer und Aborte, welcher von der inneren Seite durch einen mit einem Zahnende versehenen Knopf in Bewegung gesetzt wird und bei den besseren Ausstattungen automatisch anzeigt, ob der Raum „frei" oder „besetzt" ist. Das Knopfriegelschloß (Abb. 1343) hat auch nur einen Riegel, der aber von beiden Seiten bewegt werden kann und zwar von der einen durch einen Ziehknopf, von der anderen durch den Schlüssel; manchmal wird bei diesen $^1/_2$-Tourschlössern, deren Riegelknopf meistens abgeschrägt ist, so daß beim Zuwerfen ein Einschnappen stattfindet, auch noch ein Wirbel zum Abstellen angebracht, so daß das Öffnen dann nur von der inneren Seite aus geschehen kann. Die Kastenschlösser für gewöhnliche Zimmerthüren haben meistens außer der Falle (Abb. 1344), welche durch den Drücker gehoben wird, einen durch den Schlüssel bewegten Riegel und einen sogenannten Nachtriegel; sind die aus dem Stulp herausragenden Teile (die Köpfe) dieser drei Verschlußvorrichtungen mit durch den Kasten geschützt, wie in Abb. 1344, so nennt man ein solches Schloß ein überbautes Kastenschloß. Muß die Falle sich um

die Achse des Drückers drehen, damit dieselbe über den nasenförmigen Ansatz des Schließklobens hinweggehen kann, so nennt man dies eine hebende Falle (Abb. 1344), zum Unterschied von der schießenden Falle (Abb. 1345), welche eine Längsbewegung, parallel mit derjenigen des Riegels, macht. Je nach den verschiedenen Gegenden in Deutschland sind verschiedene Formen von solchen Kastenschlössern im Gebrauch, so daß man in den Preislisten der Schloßfabriken findet: Münchener, Stuttgarter, Saarbrücker, Würzburger, Frankfurter, Darmstädter, Rheinisches, Dresdener, Schweizer u. s. w. Kastenschloß. Bei vielen Kastenschlössern ist der Drücker auf der inneren Seite mit der Falle aus einem Stück hergestellt, während der Drücker auf der Außenseite seine Bewegung durch Vermittelung der Nuß auf den Riegel überträgt. Je nach dem Preise ist selbstverständlich die Ausführung, wie auch die Größe dieser Schlösser eine sehr verschiedene; auch werden in gewissen Gegenden einzelne Teile aus Messing hergestellt und Schlüssel mit geschweiftem Bart sowohl, als auch Schlüssel mit Besatzungen verwendet. Statt des einfachen Schließbleches, das an dem Thürrahmen befestigt wird, gibt es auch Schlösser mit Winkelschließblechen und solche mit Winkelschließkasten, der ebenso wie der Schloßkasten bei den überbauten Kastenschlössern die Köpfe, Falle, Riegel und Nachtriegel schützen soll.

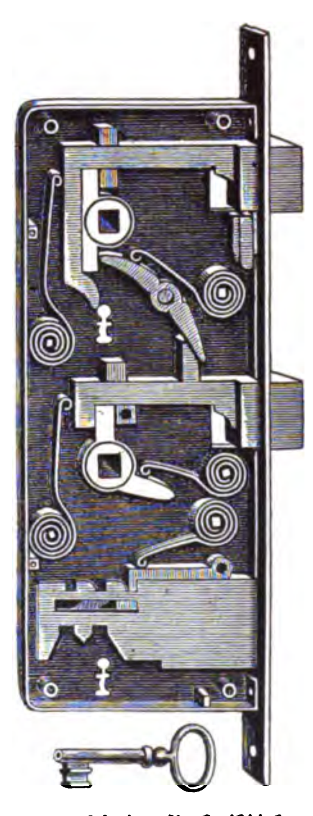

1345. Einsteckschloß.

Die Einsteckschlösser. In neuer Zeit verwendet man bei allen besseren Thüren Einsteckschlösser, und auch bei den Möbeln verschwinden die Kastenschlösser immer mehr, um den Einlaß- und Einsteckschlössern Platz zu machen. Voraussetzung ist dabei, daß das Rahmenholz der Thür nicht zu schwach ist, so daß es möglich ist, ohne die Thür zu sehr zu schwächen, so viel aus dem Holze herauszustemmen, als nötig ist, um dem Schlosse Platz zu machen. Bei den Einsteckschlössern (Abb. 1345) wird fast nur die schießende Falle verwendet, welche durch Vermittelung der Nuß durch den Drücker in Bewegung gesetzt wird. Die Führung erhält die Falle einerseits in dem Vorderstulp, anderseits aber durch einen oder mehrere Stifte oder durch einen Stuhl, dessen Form in den verschiedenen Gegenden Deutschlands verschieden ist. Die Falle wird durch eine oder zwei Federn stets in der ausgeschobenen Stellung erhalten, und zwar wirken von den Federn gewöhnlich eine auf die Falle selbst und die andere auf die Nuß. Kann der Riegel nur um die einfache Barthöhe vorgeschoben werden, ist das Schloß also so gebaut, daß der Schlüssel sich nur einmal um seine Achse ganz herumdreht, so nennt man ein solches Schloß ein eintouriges, zum Unterschiede von dem zweitourigen Schloß, bei welchem der Schlüssel sich zweimal um seine Achse ganz herumdrehen kann und dementsprechend der Riegel um die doppelte Barthöhe vorgeschoben wird. Je nach der Konstruktion des Schlosses erhält der Riegel außer der Führung im Stulpe noch eine Stift- oder Stuhlführung an seinem Schaftende. Reicht die Feder, wie in Abb. 1345, die auf die Falle wirkt, unter den Riegel hinweg, und ist das Ende derselben aus Flacheisen hergestellt, so nennt man dieselbe eine Stangenfeder. Bei den Einsteckschlössern wird, ebenso wie bei den Kastenschlössern, auch ein Nachtriegel angebracht, und je nach dem Ort, für welchen das Schloß bestimmt ist, werden einzelne Teile aus Messing hergestellt und diesen sowie anderen Schloßteilen eine bestimmte charakteristische Form gegeben. Soll zum Schutze gegen Staub und Holzspäne das Innere des Schlosses geschützt werden, so umgibt man dasselbe mit einem der Schloßdicke entsprechenden Blech, dem Umschweif, das mittels der Umschweifstifte an dem Schloßblech befestigt wird. Auch hier findet man in den Preislisten Frankfurter, Leipziger, Hallesche, Hamburger, Norddeutsche, Magdeburger, Berliner, Königsberger u. s. w. Einsteckschlösser, welche sich mehr oder weniger in der Art ihrer Ausführung von einander unterscheiden. Bei Vorsaalthüren wird häufig gefordert, daß an der Außenseite kein Drücker angebracht und daß das Schloß so gebaut ist, daß die Falle durch den Schlüssel zurückgezogen werden kann. Hierzu dient der Wechsel (Abb. 1346). Der Wechsel ist ein Hebel, welcher mit einem Ende in

einem Ausschnitt der Falle steckt, während das andere sich in unmittelbarer Nähe des Schlüsselloches befindet, so daß der Schlüssel auf den Wechsel einwirken kann. Der Drehpunkt dieses Hebels befindet sich meistens auf dem Riegel, so daß der Wechsel die Bewegungen des Riegels mitmacht und nur dann mit seinem Ende, auf welches der Schlüssel wirken soll, in die Nähe des Schlüsselloches kommt, wenn der Riegel zurückgeschoben ist. Bei dem Leipziger Vorsaalschloß (Abb. 1347) ist auch ein Wechsel angebracht, aber derselbe hat einen feststehenden Drehpunkt auf der Schloßplatte; hier sind nämlich zwei Fallen angebracht, welche beide gleichzeitig von innen durch einen Drücker, von außen aber durch einen Wechsel zurückgezogen werden können. Um an den Wechsel herankommen zu können, ist ein besonderes zweites Schlüsselloch vorgesehen; die zweite Sicherheitsfalle kann auf Wunsch auch durch einen kleinen Schieber leicht abgestellt werden. Auch das Berliner Korridorschloß hat zwei Schlüssellöcher, aber nur ein Falle, welche von der Außenseite durch den Wechsel zurückgeschoben wird.




1346. Vorsaalschloß mit Wechsel.



1347. Leipziger Vorsaalschloß.

Eine besondere Art von Einsteckschlössern ist für Schiebethüren nötig, wenn dieselben nicht wie bei Schuppenthoren durch Vorlegeschlösser geschlossen werden sollen. Diese Schiebethürschlösser bestehen, wenn es sich um Flügelthüren handelt, aus zwei getrennten Teilen, welche beide eingestemmt werden. Beide Teile (Abb. 1348) haben einen Griff (in der Abbildung einmal herausgeschoben und das andere Mal hineingeschoben), der durch eine Feder herausgeschnellt wird, die durch einen Hebel, dessen Angriffspunkt in der Stulpfläche liegt, eingestellt werden kann. Diese Griffe dienen nur dazu, die Thür aus der Mauerspalte herauszuziehen, ohne aber einen dichten Schluß der beiden Thürflügel unmöglich zu machen. Der eigentliche Verschluß wird durch einen Hakenriegel bewirkt, der mit dem Schlüssel in Bewegung gesetzt wird und sich hinter den Stulp des zweiten Flügels schiebt. Bei diesen Schlössern ist der Stulp meistens in Messingguß hergestellt, wie überhaupt bei den besseren Schlössern der Stulp häufig aus Messing angefertigt wird. In neuerer Zeit hat die Schloßbaukunst eine wesentliche Umgestaltung dadurch erfahren, daß die Fabrikation fast vollständig in den Großbetrieb übergegangen ist (siehe Seite 527) und vielfach schmiedbarer Guß angewendet wird, so daß es möglich wird, den Schloßkasten mit sämtlichen Stiften, Erhöhungen und Vertiefungen, Führungen, Schraubenlöchern und Schraubenmuttern u. s. w. aus einem einzigen Stück herzustellen.

Die bei den Schlössern gebräuchliche Benennung von „rechts“ und „links“ ist eine verschiedene und für Deutschland nicht einheitliche, weshalb nur zu häufig Verwechselungen

unliebsamer Art vorkommen. Aus diesem Grunde hat man sich bemüht, Schlösser zu bauen, welche für beide Fälle brauchbar sind. Um dies zu erreichen, macht man die Falle umlegbar (Abb. 1349 u. 1350), so daß die schräge Fläche nach Belieben so oder so gestellt werden kann. Bei diesem Schloß, welches mit Chubbzuhaltungen (siehe Seite 514) versehen ist, hat der Schlüssel eine eigentümliche Form, weshalb zur besseren Führung desselben eine besondere Nuß verwendet wird. Statt daß der Schlüssel aus einem Stück ebenem Blech hergestellt wird, kann man auch gerifeltes Blech, wie bei den Yaleschlössern (S. 521), verwenden. Hierher gehört auch das Schloß für links und rechts aufgehende Thüren oder Schubladen von Heinr. Leinung in Wülfrath, „bei welchem ein die Schlüsselbewegung auf den Riegel übertragender Hebel derart angeordnet ist, daß es bei jeder der drei Verwendungsarten des Schlosses möglich ist, den Schlüssel durch ein nach unten zeigendes Schlüsselloch einzuführen“; sowie das rechts- und linksseitig verwendbare Kastenschloß von Adam Hoffritz in Zürich, „bei welchem die Riegel bezw. die Riegelschlitze im Stulp so angeordnet sind, daß dieser behufs Benutzung des Schlosses als rechtes oder linkes umgekehrt werden kann, so daß sein Befestigungslappen nach Bedarf rechts oder links über den Schloßkasten hinausragt“.



1348. Einsatzschloß für Schiebethüren.

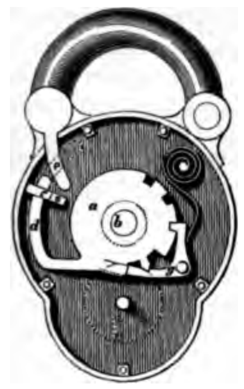
Die Vorhängeschlösser haben, wenn sie mehr in die Breite gebaut sind, die Einrichtung des gewöhnlichen Zuhaltungsschlosses, oder wenn sie rund gebaut sind, einen sogenannten Radriegel, abgesehen von Spezialkonstruktionen, die in die Gruppe der Sicherheitsschlösser gehören. Bei dem Radschloß (Abb. 1351) dreht sich der Radriegel a um einen Stift b; die Zuhaltung g hat die Form eines Winkelhebels, dessen einer Arm mit seinen Zähnen in die Einschnitte des Rades eingreift. Die Feststellung des drehbaren Bügels erfolgt durch den Zahn d des Rades a, welcher sich bei der durch den Schlüssel bewirkten Drehung in die Öse e des Bügels hineinschiebt und nun dessen Bewegung verhindert. Die gewöhnlichen Zuhaltungsvorhängeschlösser (Abb. 1352) haben eine ganz gleiche Konstruktion wie die Riegelschlösser, nur daß der Riegelkopf hier nicht stärker, sondern schwächer ist und sich ebenfalls, wie bei dem Radschloß, in eine Öse des drehbaren Bügels hineinschiebt; diese Schlösser werden in Fabriken hergestellt, so daß z. B die Firmen Steinbach & Vollmann und Arn. Rickert Söhne in Heiligenhaus bei Düsseldorf das Dutzend solcher Schlösser von 45 mm Durchmesser für 2.50 Mark liefern können.



1349 u. 1350. Thürschloß mit umlegbarer Falle.

Wohl selbstverständlich ist es, daß verschiedentlich Versuche gemacht worden sind, Verbesserungen bei den Vorhängeschlössern anzubringen; nicht nur, daß man die Systeme, welche für die Sicherheitsschlösser gelten, auf die Hangschlösser übertrug, wie z. B. Chubb-, Bramah-, Yale- u. s. w. Schlösser, sondern man erfand eine große Zahl von Schlössern, welche teils gesetzlich geschützt, teils nicht geschützt sind, so z. B. das Vorhängeschloß von Ernst Rüppersbusch in Velbert „dadurch ge-

kennzeichnet, daß mehrere übereinander um den Schlüsseldorn gelagerte, drehbare Zuhaltungen mit Ausschnitten versehen sind, in welche oder durch welche hindurch der Schlüssel behufs Einstellung der Zuhaltungen mit Bartansätzen eingreift", so daß also die Zuhaltungen selbst den Riegel vertreten; oder das Vorhängeschloß mit doppeltem Bügelverschluß von C. E. Albers in Gevelsberg, dessen Bügel durch eine besondere Streichscheibe gleichzeitig an seinem vorderen und hinteren Ende gesperrt wird; oder das Vorhängeschloß von Alb. Krüger in Berlin, bei welchem ebenfalls die Zu-





1351. Vorlegeschloß.

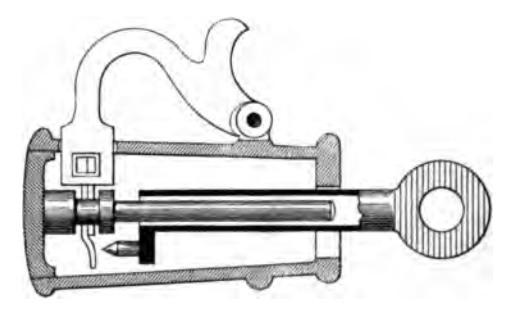


1352. Zuhaltungs-Vorlegeschloß.



1353. Schloß nach amerikanischem Muster gearbeitet.

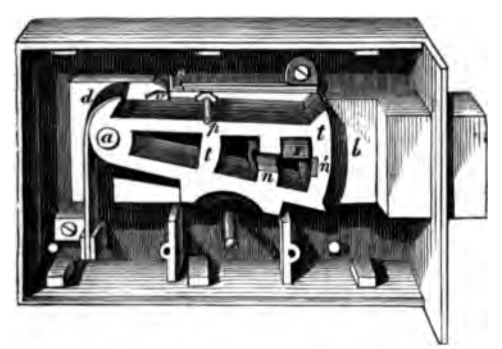
haltungen als Riegel dienen, aber in entgegengesetzter Richtung wirken und durch einen Schlüssel mit zwei unter einem rechten Winkel versetzten Bärten in Bewegung gesetzt werden u. s. w. Auch bei den Vorhängeschlössern war man bestrebt, die Federn zu vermeiden, weshalb Franz Meinke in Köslin ein federloses Vorhängeschloß gebaut hat, bei welchem der Riegel ein Zahnsegment trägt, in welches der schraubenförmig gestaltete Schlüssel eingreift. Eine eigentümliche Form zeigen alle amerikanischen Vorlegeschlösser oder nach amerikanischen Mustern gebauten Schlössern (Abb. 1353), welchen meistens das Yalesystem zu Grunde liegt (S. 521), wozu auch das Vorhängeschloß von Friedrich Wilhelm Schultze in Philadelphia zu rechnen ist, bei welchem sich kreuzende Klammern durch den eingeführten Schlüssel derart beiseite geschoben werden, daß Bolzen aus den Öffnungen in den Schenkeln des Bügels sich herausschieben, wodurch dann das Schloß geöffnet wird. Vollständig in der äußeren Form von den gewöhnlichen Vorlegeschlössern abweichend, ist das Schloß von Ernst Blaß in Sülz (Abb. 1354), bei welchem als Doppelzungen ausgebildete Zuhaltungen den Bügel so umfangen, daß ein Öffnen nur mit einem an dem Hakenschlüssel bfindlichen Stift erfolgen kann. Ebenso eigenartig ist das Vorhängeschloß mit bügelartigem Schlüssel von Oskar Heinrich Stamm in Köln-Lindenthal, welches eine gewisse Ähnlichkeit hat mit den Uhrringen mit Karabinerhaken. Manche Vorhängeschlösser sind auch so eingerichtet, daß sich der Bügel nicht um eine zur Schlüsselachse parallele Achse dreht, sondern der Bügel wird ganz oder teilweise aus entsprechenden Öffnungen herausgezogen und nach dem nur teilweisen Herausziehen um eine Gerade gedreht, welche mit der ersten Bewegungsrichtung zusammenfällt (Abb. 1353).



1354. Vorlegeschloß von Ernst Blaß.

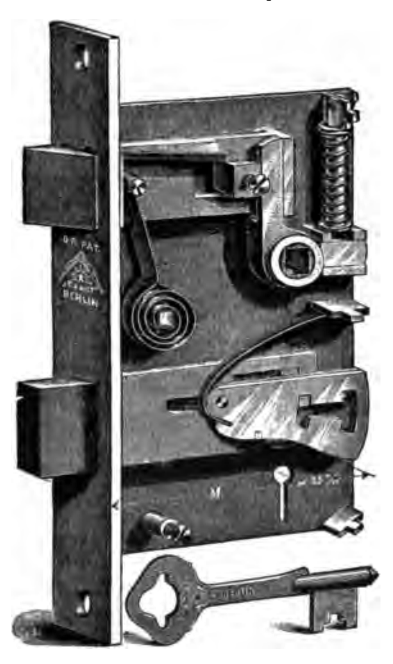
Sicherheitsschlösser.

Sachgemäß soll eigentlich jedes Schloß ein Sicherheitsschloß sein; jedoch bedingen die Leistungen der verschiedenen Konstruktionen, der Wert der zu sichernden Gegenstände, der Ort der Aufbewahrung und andere Verhältnisse verschiedene Sicherheitsgrade, wonach man die Art des Verschlusses bestimmt. Fast alle in früherer Zeit als Sicherheitsmittel angesehenen Vorrichtungen und Vexiere haben sich der modernen Diebesgeschicklichkeit gegenüber als ungenügend erwiesen, weshalb man in neuerer Zeit das Kombinationsprinzip sehr gepflegt hat. Allerdings gab es schon im Altertum Kombinationsschlösser, jedoch wirkliche Sicherheitsschlösser wurden erst in neuerer Zeit hergestellt. Das Wesen dieser Schlösser beruht auf dem Vorhandensein einer Anzahl von Bestandteilen — Zuhaltungen oder Schiebern — welche das Öffnen verhindern und erst dann gestatten, wenn sie alle in eine bestimmte (für jeden Teil verschiedene) Lage oder Stellung versetzt worden sind, was entweder direkt mit der Hand oder mittels eines Schlüssels von genauer Form geschehen kann.



1355 u. 1356. Chubbschloß mit Schlüssel.

Die erste Art der Öffnung fand schon bei dem Ring- oder Malschlosse Anwendung; diese Schlösser heißen dann insbesondere Kombinationsschlösser (S. 52[illegible]). Zu der zweiten Gruppe, bei welcher die Einstellung durch einen Schlüssel erfolgt und die Sicherheitsschlösser im engeren Sinne des Wortes heißen, gehört auch das Chubbschloß, welches eine so hervorragende Stellung einnimmt, daß es hier an erster Stelle beschrieben werden soll.

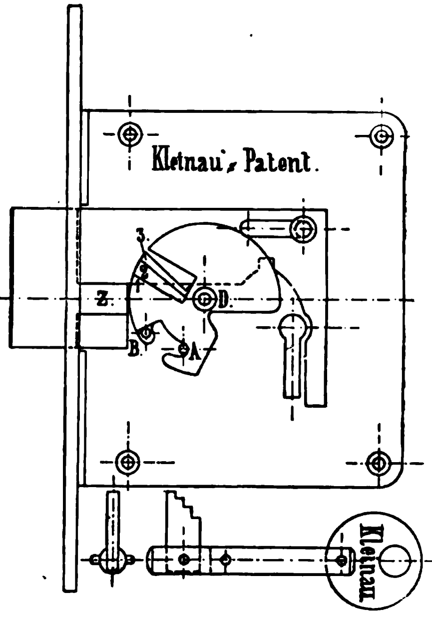


1357. Zirkelschloß.

Das Chubbschloß hat seinen Namen nach seinem Erfinder Jeremiah Chubb, der 1818 sein erstes Patent auf dieses Schloßsystem nahm. Da der Grundgedanke dieser Schloßkonstruktion ein sehr guter und wirksamer ist, wurden in neuerer und neuester Zeit eine Menge Schlösser erfunden, welche dasselbe Prinzip wie dieses verfolgen. Von diesen Schlössern soll im folgenden noch weiter die Rede sein.

Das Chubbschloß (Abb. 1355 u. 1356) enthält eine größere Anzahl, hier 6, hebelartig wirkender Zuhaltungen t; b ist der Riegel, auf welchem der Zuhaltungsstift s festgenietet ist und welcher durch den Verbindungsgang der Zuhaltungsfenster hindurchgehen muß. Jede Zuhaltung wird, dem Einschnitt des Schlüssels entsprechend, verschieden hoch gehoben, und es kann nur dann eine Verschiebung des Riegels b stattfinden, wenn die sämtlichen übereinander liegenden Zuhaltungen so eingestellt sind, daß der Stift dem Verbindungsgange genau gegenübersteht. Die Zuhaltungen werden stets durch die Wirkung der Federn nach unten gedrückt, so daß in dem Augenblick, in welchem der Schlüssel die untere Kante der Zuhaltung verläßt, diese herabgedrückt werden muß. Um ein Öffnen des Chubbschlosses möglichst zu erschweren,

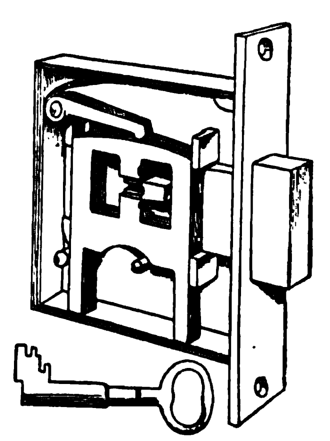
erhalten die Zuhaltungsfenster häufig eine gezahnte Form, so daß es nicht möglich ist, durch Versuche festzustellen, ob der Zuhaltungsstift wirklich dem Verbindungsstege gegenübersteht. Das Chubbschloß ist jedenfalls das verbreitetste Sicherheitsschloß der Welt und wird sowohl als Thür- und Kastenschloß, als auch als Vorhängeschloß und Geldschrankschloß verwendet.



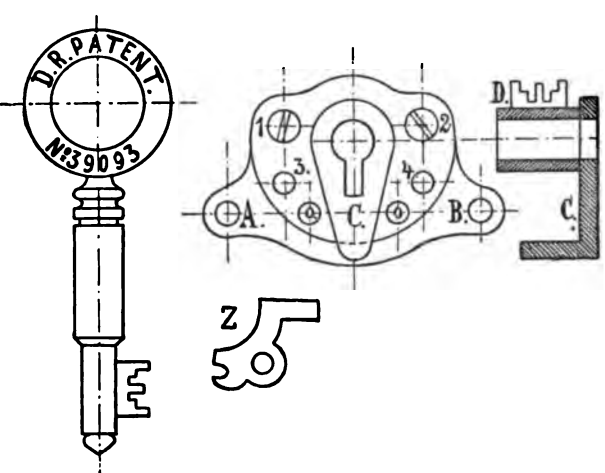
1358. Schloß von A. Kleinau.

Auch für die Chubbschlösser hat man den aus Amerika eingeführten flachen Schlüssel (Abb. 1349 u. 1350) verwendet, und so sind in dieser Beziehung von einzelnen Fabrikanten besondere Verbesserungen eingeführt, wie z. B. durch die Firma Franz Spengler in Berlin SW. bei den „Zirkelschlössern“ (Abb. 1357), bei welchen auch flache Schlüssel verwendet werden, deren Gewicht nicht größer ist, als das eines Aluminiumschlüssels, die aber circa achtmal fester sind als jener; die Falle dieses Zirkelschlosses, dessen Preis nach der Größe zwischen 5,75 M. und 6,50 M. schwankt, kann rechts und links umgelegt werden.

Um die Sicherheit der Chubbschlösser zu vergrößern, hat man mehrbärtige Schlüssel eingeführt und die Zuhaltungen dementsprechend vermehrt; gewöhnlich werden dann soviel Systeme von Zuhaltungen verwendet, als Schlüsselbärte vorhanden sind, oder es wird der eine Bart benutzt, die Zuhaltungen wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzubringen, so daß dieselben zwangsläufig werden. Hierher gehört z. B. das Schloß von C. Hartbrich in Berlin und das Schloß von Otto Kötter in Barmen. Bei einer Reihe von Sicherheitsschlössern aus der Gruppe der Chubbschlösser werden statt der Fenster und Stege nur schlitzförmige Ausschnitte angebracht, in die sich ein Dorn oder zapfenförmiger Ansatz des Riegels — der Riegelstift — hineinschieben muß. Hierher gehört das Sicherheitsschloß von F. E. Baum in Chemnitz, bei welchem die Zuhaltungen in einem besonderen Zuhaltungskasten gelagert sind und zwar so, daß je 2 unmittelbar übereinander liegende sich abwechselnd nach oben und unten drehen; der doppelbärtige Schlüssel stellt dann die Zuhaltungen zwangsweise so ein, daß die Einschnitte derselben dem Riegelansatze gegenüberstehen, mithin der Riegel durch einen Drehgriff verschoben werden kann. Das Sicherheitsschloß von Joseph Schubert in Ilversgehofen bei Erfurt ist zweitourig, kann jedoch nur dann aufgeschlossen werden, wenn, nach der Zurückschiebung des Riegels um eine Tour, der Schlüssel ein zweites Mal gedreht wird, um das nun zur Wirkung kommende System von Zuhaltungen einzustellen. Das Schloß von A. Kleinau in Hamburg (Abb. 1358) hat kreisrunde Zuhaltungen, welche sich um den Kreismittelpunkt D drehen und durch den umklappbaren Schlüssel so eingestellt werden, daß der Riegelzapfen Z den Einschnitten 1, 2 und 3 der drei Zuhaltungen gegenübersteht; die Feststellung des Riegels in ausgeschobenem Zustande erfolgt durch die Zuhaltungen selbst, welche zwangsweise durch den Schlüssel unter Vermittelung der Stifte A und B so eingestellt werden. Dieses Schloß zeichnet sich bei ziemlich großer Sicherhei-


1359. Schloß von Robinson.

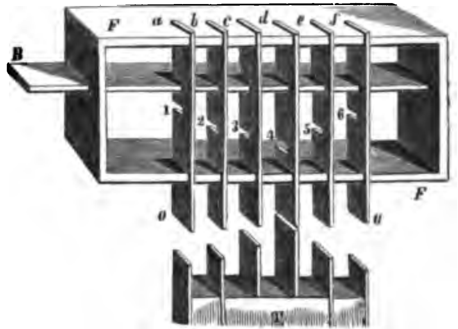
durch besondere Einfachheit aus. Eine gewisse Ähnlichkeit hat das Schloß ohne Federn von Johannes Bergmann und Emil Stamer in Elberfeld, bei welchem ein zugleich als Riegelschieber und Zuhaltung dienender, drehbarer Daumen mittels seiner Schlüsselangriffe durch einen Schlüssel bewegt wird, dessen Drehachse mit derjenigen des Daumens nicht zusammenfällt. Das neue Sicherheitsschloß von Karl Hermann in Nürnberg ist mit chubbartigen Hebelzuhaltungen mit besonderen Armen für den Angriff des Schlüssels versehen, welche je nach der Art des Schlüssels entweder in Ebenen parallel zu den Zuhaltungen oder in den Ebenen der Zuhaltungen, mit denselben um die gleiche Achse schwingend, angebracht sind, und zwar derart, daß die Arme unmittelbar hinter der Außenwand des abschließenden Teiles liegen, während die Hauptteile sich gegenüber bei dem in größerer Entfernung von der Außenwand angebrachten Riegel befinden. Auch das Sicherheitsschloß von Anton Pürgel in Magdeburg für einen Schlüssel mit vier kreuzweise angeordneten Bärten, welcher auf zwei Systeme von Sperrscheiben wirkt, gehört hierher. Außer den Chubbzuhaltungen mit drehender Bewegung werden auch Zuhaltungen verwendet, welche eine schiebende Bewegung machen und dann Schieber genannt werden. Als Vertreter dieser Gruppe sei das amerikanische Schloß von Robinson (Abb. 1359) hier vorgeführt, bei welchem ein gebohrter Schlüssel zur Verwendung kommt. Manchmal werden auch beide Arten von Zuhaltungssystemen angewendet; in dieser Gruppe von Schlössern wird das Schloß von Hermann Hansen in Köln wohl eines der ältesten sein. Ein von demselben Fabrikanten gebautes Schloß zeigt eine wesentliche Verbesserung in der Richtung, daß die Verstellung der Zuhaltungen durch einen Zwangsschieber erfolgt, der durch den Schlüssel richtig eingestellt wird. Außerdem wäre zu erwähnen das Sicherheitsschloß von Karl Hermann in Nürnberg, bei welchem das eine Schiebersystem



1360. Schloß von Schubert & Werth in Berlin.

kleine zahnförmige Ansätze zeigt, die in entsprechende Ausschnitte des doppelbärtigen Schlüssels passen. Auch das Sicherheitsschloß von J. Ostertag in Aalen zeigt zwei Systeme von Zuhaltungen und einen zweibärtigen Schlüssel mit mehrstufigen Abschrägungen nicht radial zur Schlüsselführung liegende Bohrungen, in welche entsprechende Zapfen der Zuhaltungen eintreten. Das Sicherheitsschloß von S. J. Arnheim in Berlin zeigt auf den Leisten einer Hauptverschlußscheibe verschiebbare, die Zuhaltungen beeinflussende Zungenscheiben; das Schloß ohne Federn von Hubert Fraigneux & Sohn in Lüttich hat einen dreibärtigen Stufenschlüssel, wodurch nach und nach mehrere Reihen mit dem Riegel verbundene Schieber gehoben werden, welche nacheinander ebenso viele Reihen an dem Riegel befindlicher, in den Ausschnitt nacheinander einfallender Zuhaltungen über letzteren heben, so daß durch Weiterdrehung des Schlüssels die Verschiebung des Riegels erfolgen kann. Zum Schluß dieser Abteilung soll noch die Schloßsicherung für gewöhnliche Thürschlösser durch Einsetzen einer Chubbschloßvorrichtung von H. Schubert und Werth in Berlin (Abb. 1360) besprochen werden. Diese kleine Sicherung, welche mit den Schrauben A und B in jedes beliebige Schloß eingesetzt werden kann, hat nur eine Dicke von 13 bis 14 mm. Nach dem Einsetzen kann das Schloß nunmehr mit dem beigegebenen kleinen Chubbschlüssel geöffnet werden, indem der Schlußhebel C, welcher durch die Büchse in den Schlußplatten seine Führung erhält, bei dem alten Schloß als Schlüsselbart dient; eine Drehung desselben kann nur dann erfolgen, wenn die Zuhaltungen, von denen eine in Z gezeichnet ist, so

gestellt sind, daß die zahnförmigen Ansätze D der Büchse bei den Zuhaltungen vorbeikommen. Die Drehung der Zuhaltungen erfolgt um die Zapfen O, während die Zapfen 3 und 4 die Drehpunkte für die kleinen Federn sind, welche auf die Zuhaltungen wirken. Die in diese Gruppe gehörigen Schlösser sind jetzt so zahlreich in verschiedener Bauart vertreten, daß es nicht möglich ist, dieselben alle nur namhaft hier aufzuführen, besonders seitdem durch den Bau einbruchsicherer Geldschränke das Bedürfnis nach wirklichen Sicherheitsschlössern immer mehr gestiegen ist. Insbesondere aber hat das Bestreben, federlose Schlösser zu bauen, die Erzeugung der Schlösser wesentlich beeinflußt. Eine folgerichtige Entwickelung der Schloßbaukunst findet sich in der „Technologie der Schlosserei", I. Teil, von Ingenieur Julius Hoch (J. J. Weber, Leipzig 1899), wo derjenige, der sich mit diesem Kapitel beschäftigen will, nachlesen möge.

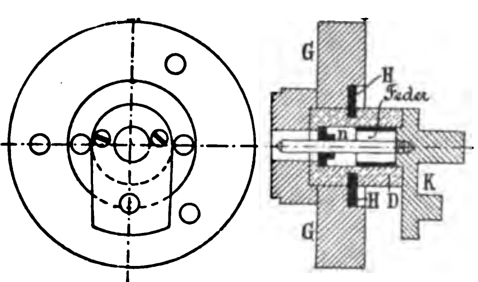


1361. Einrichtung des Bramahschlosses.

Das Bramahschloß ist im Jahre 1784 von Joseph Bramah erfunden. Bramah, 1749 zu Stainsborough in der englischen Grafschaft Yorkshire geboren und 1814 zu London gestorben, war ursprünglich Kunsttischler, schwang sich aber durch sein erfinderisches Genie zu einem berühmten Mechaniker und Ingenieur empor, dem auch die Erfindung der hydraulischen Presse zu verdanken ist. Das Bramahschloß unterscheidet sich wesentlich von den anderen Sicherheitsschlössern dadurch, daß die Zuhaltungen sich parallel mit der Schlüsselachse bewegen, und der Riegel nicht unmittelbar durch den Schlüssel bewegt wird, sondern mittels eines besonderen Drehcylinders. Das Prinzip des Bramahschlosses ist am besten aus der Abb. 1361 ersichtlich; in derselben soll B den Riegel darstellen, welcher, wie auch der Rahmen F, 6 Einschnitte erhält. Die Schieber a—f halten den Riegel so lange fest, als nur ein einziger so steht, daß kein Einschnitt dem Riegel gegenübersteht; sind aber die Schieber durch eine besondere Vorrichtung T, welche bei dem wirklichen Schloß den Schlüssel vertritt, alle so hoch geschoben, daß ihre Einschnitte 1, 2, 3, 4, 5 und 6 genau in die Riegelebene kommen, so kann eine Verschiebung stattfinden. Denkt man sich nun sowohl den Schieber, als auch den Schieberkasten mit den Schiebern um eine Achse cylindrisch gruppiert und auch die Einstellvorrichtung T aufgerollt, so hat man das wesentliche eines Bramahschlosses. Der Schlüssel desselben erhält zu diesem Zwecke an seiner Stirnseite radiale Einschnitte am Schlüsselrohr (Abb. 1362) von verschiedener Tiefe, in welche dann die Schieber eingreifen, um dadurch richtig gestellt zu werden. G. Schneider in Dresden hat diese Zuhaltungen unregelmäßig um den Schlüsseldorn gruppiert, um die Sicherheit zu erhöhen. Die Zuhaltungen oder Schieber (Abb. 1363) erhalten je nach ihrer verschiedenen Tiefenverschiebung im Schlüsselrohr Einschnitte, um eine Haltescheibe H vorbeigehen zu lassen. Diese Haltescheibe, entsprechend dem Riegel B in Abb. 1361, aus zwei Teilen bestehend, ist mittels Schrauben mit dem Zuhaltungsgehäuse G verbunden; in demselben kann bei richtiger Einstellung der aus Messing gefertigte Drehcylinder, welcher die Zuhaltungen enthält, gedreht werden. Durch die Kurbel K wird die Drehung des Drehcylinders auf den Riegel direkt oder durch Vermittelung einer besonderen Falle übertragen.

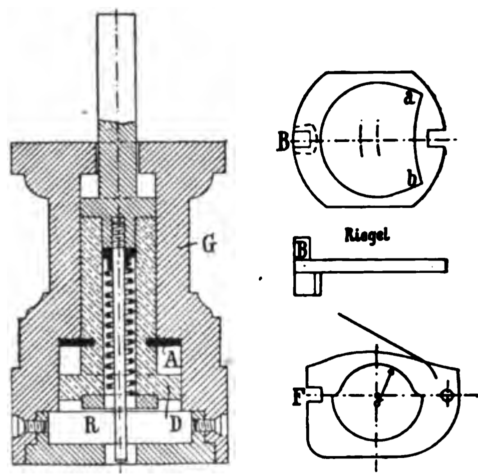


1362. Cylinder des Bramahschlosses.

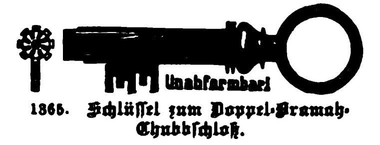


1363. Schieber des Bramahschlosses.

Die Zuhaltungen werden durch eine Cylinderfeder, welche zwischen der Kurbel K und der Scheibe n gelagert ist, immer nach außen gedrückt. Um die Sicherheit dieses Schlosses, dem besonders der Amerikaner Hobbs im Jahre 1857 mit Erfolg zu Leibe ging, zu erhöhen, erhalten die Schieber mehrere Einschnitte, so daß bei einem Versuch der Einbrecher nicht erkennen kann, ob er den richtigen oder den falschen Einschnitt der Haltescheibe gegenüber gestellt hat. Diese Einrichtung ist schon sehr alt, da schon 1817 Rüssel solche falsche Einschnitte angeordnet hat. Von O. Ringer in Berlin wurde das Bramahschloß dadurch verbessert, daß in jeden Einschnitt des Drehcylinders zwei Schieber oder Zuhaltungen eingesetzt wurden, deren Einschnitte verschieden hoch waren, so daß auch jeder Schlüsseleinschnitt stufenförmig gestaltet sein mußte. Karl Heycke in Angermünde setzte zwischen je 2 in einer Nut sich bewegende Zuhaltungen dünne Mittelfedern, wodurch das Herausfinden der Einschnitte für die Haltescheibe bei unberechtigten Öffnungsversuchen erschwert wird. Statt die Haltescheibe fest mit dem Drehcylinder zu verschrauben, hat E. G. Müller und G. J. Preußger in Zittau diese Haltescheibe beweglich eingerichtet und so die Sicherheit erhöht. Eine ganz wesentliche Verbesserung wurde durch eine Kombination der beiden bisher besprochenen Sicherheitsschlösser erzielt, indem man sogenannte Bramah-Chubbschlösser baute, welche jedenfalls zu den besten Schlössern gehören. In dem Zuhaltungsgehäuse G (Abb. 1364), das durch einen Deckel geschlossen wird, befindet sich der Drehcylinder D, der einen kleinen Zapfen trägt, welcher auf die Kante a b des Riegels wirkt; eine Verschiebung dieses Riegels ist jedoch nur dann möglich, wenn die in R gelagerten Chubbzuhaltungen durch den Schlüssel so eingestellt werden, daß der Einschnitt F dem Riegelstift B gegenübersteht. Franz Garny in Frankfurt a. M. verwendet bei dem Bramah-Chubbschloß einen Schlüssel mit zwei unter einem spitzen Winkel verstellten Bärten, dementsprechend hat auch der Riegel zwei Eingriffe. Wilhelm Meckelmann in Berlin hat bei seinem Bramah-Chubbschloß eine tote Zuhaltung eingelegt, welche nur bei einem unberechtigten Öffnungsversuch in Wirksamkeit tritt. Dem Erfindungsgeiste war hier ein Feld der Thätigkeit eröffnet, welches auch gründlich ausgenutzt wurde, indem manche Verbesserungen eingeführt wurden, wie z. B. bei den Bramah-Chubbschlössern von E. Robert Schneider in Dresden, von Richard Zwanzig in Giebichenstein bei Halle, von K. Bremer in Dortmund, von Ludwig & Tretzel in Schweinfurt bei ihrem Sicherheitsschloß „Viktor“, von Wilhelm Haltaufderheide in Kassel u. s. w. u. s. w. In neuerer Zeit ist durch Max Zahn in Dresden ein Doppel-Bramah-Chubbschloß (Abb. 1365) in den Handel gebracht worden, bei welchem im Bramaheingerichte verschieden lange Splinte angebracht sind, welche einesteils durch die Einschnitte im Schlüsselkopf, wie bei jedem gewöhnlichen Bramahschloß, anderenteils durch am Schlüsselrohr als Bärte angebrachte Rippen niedergedrückt werden, um den Cylinder zur Drehung freizugeben. Hans Klafft in Graudenz hat die Zuhaltungssplinte verschieden gestaltet, u. a. auch zahnförmig, und die Einschnitte in dem Schlüssel nicht bis an die Stirnseite hindurch gehen lassen, sondern in zwei oder mehreren Schichten übereinander angeordnet. Robert Schneider in Dresden hat endlich einen Bramahschlüssel mit verstellbaren Bramaheinschnitten erfunden, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Einschnitte enthaltender, in dem hohlen Schlüssel drehbarer Zapfen



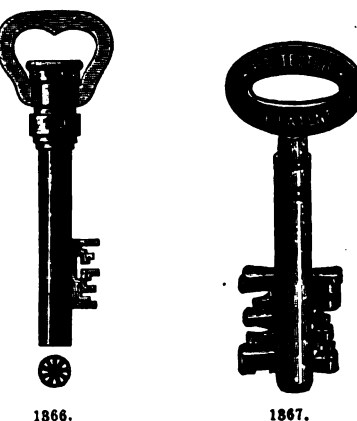
1364. Zuhaltungsgehäuse des Bramah-Chubbschlosses.



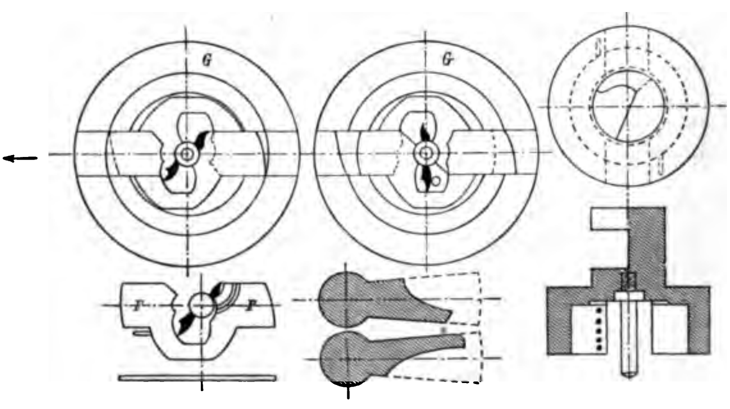
1365. Schlüssel zum Doppel-Bramah-Chubbschloß.

mittels eines auf dem oberen Schlüsselrohrende befindlichen Knopfes gedreht werden kann (Abb. 1366).

Durch die Einführung der Protektorschlösser durch Theodor Kromer in Freiburg i. B., welcher 1874 das erste Patent auf diese von ihm gepflegte Spezialität nahm, wurde im Bau der Sicherheitsschlösser ein ganz bedeutender Fortschritt gemacht. Der Kromersche Protektorschlüssel (Abb. 1367) besitzt 22 Angriffspunkte, von denen je zwei beim Öffnen auf je eine Sicherheitszuhaltung so einwirken, daß solche ohne Beihilfe einer Feder, eines Druckes oder einer Spannung stets in die richtige Stellung kommen müssen und dort festgeklemmt und gehalten werden. Die Aushöhlungen des Stufenschlüssels sind nicht normal zur Schlüsselachse begrenzt, sondern schräg und zwar mit paralleler oder schwalbenschwanzförmiger Begrenzung, so daß es nicht gut möglich ist, von dem Schlüsselbart einen Wachsabdruck zur Nachbildung des Schlüssels zu machen. Das Wesentliche des Protektorschlosses liegt, wie bei jedem Sicherheitsschloß, in den Zuhaltungen, denen Kromer durch allmähliche Verbesserungen eine solche Form gegeben hat, daß sie in geöffneter Stellung von der dazugehörigen Schlüsselbartstufe in zwei Punkten berührt werden. Diese Zuhaltungen liegen in einem Drehcylinder (Abb. 1368) G, der an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen Ausschnitte zeigt, in welche einer der beiden Flügel, F und F, jeder Zuhaltung eingreift, falls nicht durch den Schlüssel die Richtigstellung so erfolgt, daß der vorstehende Flügel so weit zurückgeschoben wird, daß eine Drehung des inneren Kernes mit den Zuhaltungen in dem Drehcylinder erfolgen kann. Die Zuhaltungen sind zwangsläufig, da die Richtigstellung unabhängig von der Feder ist. Nun liegen in dem Zuhaltungskasten 11 Stück solcher Zuhaltungen übereinander, und es kann nur dann eine Drehung erfolgen, wenn alle Zuhaltungen gleichzeitig richtig gestellt sind. Durch eine sinnreiche, auch gesetzlich geschützte Vorrichtung wird bei der Drehung des inneren Cylinders die Bahn für den Riegel freigegeben, so daß dessen Zurückschieben durch einen Drehgriff erfolgen kann. Um nun auch hier in jeder Weise sicher zu gehen und ein Zurückschließen durch Anbohren der Zuhaltungsfeder unmöglich zu machen, hat sich der Fabrikant einen Gewichtshebel gesetzlich schützen lassen. Die meisten Protektorschlösser (Abb. 1369) sind mit Hakenriegel versehen und können auf Wunsch so eingerichtet werden, daß das Zurückschließen der Riegel sowohl durch den Schlüssel, als auch durch einen Drehgriff erfolgen kann. Die Tagesfalle wird durch Vermittelung eines Wechsels durch den Schlüssel bewegt. Das Protektorschloß von Kromer ist heute das verbreitetste Geldschrankschloß, und bis jetzt sind weit über 70000 Geldschränke mit diesem Schloß versehen. Bemerkt soll noch werden,



1366. Bramahschlüssel. 1367. Protektorschlüssel.



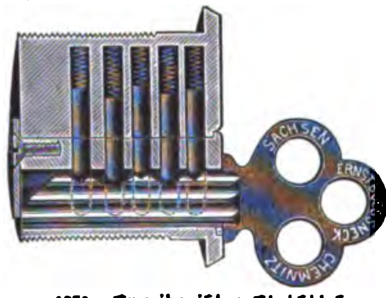
1368. Kromers Protektorschloß.

daß nach einer in der Fabrik zu jedermanns Einsicht ausliegenden Permutationstabelle 87 Milliarden verschiedene Schlüssel hergestellt werden können, so daß nie zwei gleiche Protektorschlüssel in den Handel kommen können. Eine Vereinfachung des Protektorschlosses mit Drehgriffriegel bezweckt das Gabelschloß von Th. Kromer in Freiburg i. B., bei welchem die Zuhaltungen mit dem ganzen Schlosse selbst zwischen einer Gabelung des Riegels gelagert ist, so daß die Zuhaltungen selbst eine Zurückschiebung des Riegels verhindern. Zu derselben Gruppe gehört auch das Sicherheitsschloß von Joseph Schubert in Ilversgehofen bei Erfurt, bei welchem in dem Drehcylinder ein Riegel angebracht ist, welcher aus einem Ausschnitt des Drehcylinders nur dann heraustreten kann, wenn die zwangsläufigen Zuhaltungen durch einen eigentümlich geformten doppelbärtigen Schlüssel so eingestellt werden, daß die Ausschnitte derselben einem Riegelstifte gerade gegenüberstehen. Auch das Sicherheitsschloß von Georg Zoozmann, Inhaber der Firma G. Fuhrmann in Berlin, muß hierher gerechnet werden; dasselbe ist dadurch gekennzeichnet, daß in dem Schlüsselgehäuse, und zwar auf dessen drehbarer Bodenscheibe, Zuhaltungen übereinander und in je gleicher Anzahl sich gegenüberliegend angeordnet und in dem Gehäuse rotierend, endseitig mit Widerhaken versehen sind, um das Abziehen des Schlüssels nur bei erfolgtem Verschluß, nach kurzer Rückbewegung des Schlüssels, durch Eingreifen der Widerhaken in Öffnungen der Gehäuseumrahmungen zu ermöglichen.



1369. Protektorschloß.

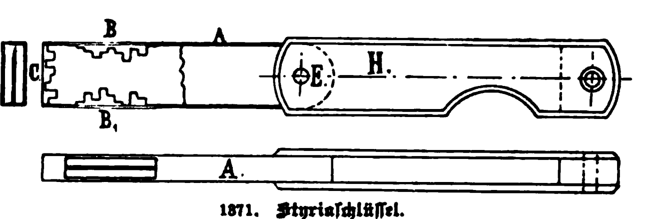
Stech-, Styriaschloß und Yaleschlösser. Ganz abweichend von der Form und Wirkungsweise der bisher besprochenen Schlösser sind die sogenannten amerikanischen Schlösser, zu denen in erster Reihe die Stechschlösser zu zählen sind. Der Schlüssel eines solchen Stechschlosses wird aus glattem oder geripptem Blech von 1,5 bis 2,5 mm Stärke hergestellt und hat nur ein Gewicht von ca. 4 g, während jeder gewöhnliche Schlüssel ca. 40 g schwer ist. Das Prinzip des amerikanischen Stechschlosses hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem des ägyptischen Schlosses (Seite 498). Das amerikanische Schloß (Abb. 1370) wird meistens in seinen sämtlichen Teilen aus Bronzeguß hergestellt; es besteht aus einem äußeren Gehäuse mit einem Ansatz, welcher zum Einsetzen außen mit einem Schraubengewinde versehen ist, in dem sich ein zweiter Cylinder drehen kann, falls die verschiedenen Zuhaltungen — hier 5 an der Zahl — so eingestellt sind, daß die Trennungsfläche der Stifte genau in die Mantelfläche des inneren Drehcylinders fällt. Das Einstellen der Zuhaltungsstifte erfolgt durch den flachen oder gerippten Schlüssel, dessen eine Längskante wellenförmig gestaltet ist. Die Stifte werden durch Federn stets nach unten gedrückt; sie bestehen aus zwei Teilen, von denen der eine, untere Teil die Drehung des inneren Cylinders mit dem Schlüssel mitmacht, während der obere Teil mit den Federn in dem äußeren Drehcylinder steckt. Dieses Eingerichte der Yaleschlösser kann für die verschiedensten Formen der Schlösser angewendet werden, und dies geschieht auch in ausgiebigster Weise, weil dieselben eine Reihe von Vorteilen bieten, die für ein jedes Schloß von großer Bedeutung sind. Als hauptsächlichste Vorzüge wären zu nennen: 1) handlich kleiner Schlüssel, 2) große Sicherheit gegen zufälliges Passen anderer Schlüssel, 3) sehr schwierige Nachahmung der Schlüssel, 4) Führung des Schlüssels in seiner ganzen



1370. Amerikanisches Stechschloß.

Länge, 5) Zugang ins Schloß mit einem Dietrich oder anderem Werkzeug durch das schmale Schlüsselloch sehr erschwert. Dieses Yaleeingerichte kann für die verschiedensten Zwecke verwendet werden, und in Amerika werden diese Schlösser alle von der Firma Yale & Tourne Mfg Co. in New York, die alle dort aufgetauchten Patentschlösser erworben hat, ausschließlich erzeugt.

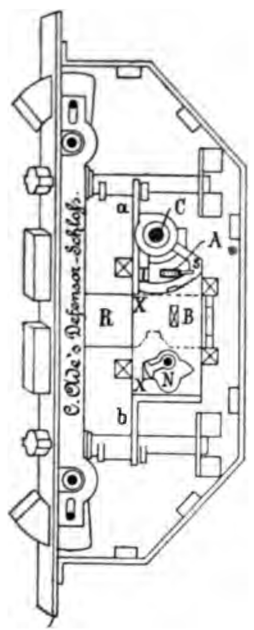
Eine Verbesserung hat man noch dadurch zu erzielen gewußt, daß der flache Schlüssel schraubenförmig gewunden wurde, und dadurch, daß man zwei Systeme solcher Schraubenflächen angeordnet hat; dementsprechend mußten dann auch die Zapfen und Bolzen schraubenartig um die Achse des Drehcylinders gelagert werden. Auch für Schiebethüren hat man dieses Schloß verwendet, und hier ist die Neuerung von Aug. Lübbe in Cambridge und W. Jos. Kenting in Boston zu erwähnen; bei diesem Yaleschloß für Schiebethüren wird der Drehcylinder bei seiner Drehung durch einen, in einen Schraubengang eingreifenden, Führungsstift in seiner Achsenrichtung verschoben. Das Sicherheitsschloß von Ferd. Niemann in Stralsund bildet gewissermaßen den Übergang von dem Bramahschloß zum Yaleschloß. Bei dem Sicherheitsschloß von G. Fuhrmann in Berlin werden durch einen Schlüssel mit sternförmigem Querschnitt und zahnförmigen Ausschnitten die Zuhaltungen richtig eingestellt. Das Geldschrankschloß von Louis Cachott in Bremen hat einen flachen Stechschlüssel, welcher an drei Seiten zahnförmige Einschnitte hat und auf die in einem Zuhaltungskasten gelagerten Zuhaltungen entsprechend einwirkt, so daß die beiden Riegelstifte den Einschnitten der beiden Zuhaltungssysteme gerade gegenüber stehen. Der Liliputschlüssel des Sicherheitsschlosses von G. Fuhrmann & S. Radt in Berlin hat an seiner Breitseite zwischen den Einschnitten eine Feder oder Rippe oder Nut, in welche eine besondere Zuhaltung eingreift, welche bei der Richtigstellung der anderen Zuhaltungen einwirkt. In manchen Teilen zeigt das Sicherheitsschloß von Wilhelm Oberthür in St. Petersburg eine gewisse Ähnlichkeit; derselbe hat ein Stechschloß konstruiert, „welches in der Weise durch einen Schlüssel in den schlußbereiten Zustand übergeführt wird, daß unregelmäßig gezahnte Vorsprünge des Schlüssels eine Schar Zuhaltungen, welche sich in zwei Gruppen gegenüberstehen und eine untereinander parallele Lage haben, um ihre festen Drehpunkte so weit herumdrehen, daß unregelmäßig gezahnte Vorsprünge dieser Zuhaltungen in entsprechend gestaltete Vertiefungen oder Einschnitte des Schlüssels einklinken und durch Eintreten der Zuhaltung in das Eingerichte letzteres in schlußbereiten Zustand versetzen derart, daß, wenn die Vorsprünge und Vertiefungen des Schlüssels mit den entsprechenden nasenartigen Vorsprüngen der Zuhaltungen einerseits und die ebenso beschaffenen Vorsprünge der Zuhaltungen nebst Aussperrungen des Schlüssels anderseits nicht genau miteinander korrespondieren, ein Aufsperren des Eingerichtes verhindert wird, wobei der Schlüssel aus zwei lösbaren Hälften hergestellt ist, die mit ihren flachen Seiten aufeinander gelegt und in geeigneter Weise miteinander verbunden sind, zum Zwecke, das Öffnen des Schlosses einer Person nur mit Einwilligung und Wissen der anderen Person, von denen jede je eine Schlüsselhälfte in Aufbewahrung hat, zu gestatten."



1371. Styriaschlüssel.

Werden die beiden Platten eines flachen Stechschlüssels von gleicher Breite in einer entsprechenden Hülse (Abb. 1371) vereinigt, so hat man die Grundform des Styriaschlüssels; gewöhnlich wird die Hülse, die an entsprechenden Stellen Ausschnitte erhält, damit die Schieber mit ihren Zähnen auf die Zuhaltungen einwirken können, mittels eines Scharnieres E in eine äußere Umhüllung H, wie bei einem Federmesser hineingeklappt. Je nach der Konstruktion des Schlosses erhalten die Schieber, auf welche zweckentsprechend Federn einwirken, an einer, zwei oder drei Seiten zahnförmige Einschnitte. Dem Erfindungsgeiste war nun hier wieder ein großes Feld der Thätigkeit eröffnet, und mancherlei Verbesserungen wurden hier eingeführt, z. B. durch Franz Garny in Frankfurt a. M.,

durch Christian Bachmann in München, durch A. Prillwitz in Kiel, durch Jos. Schaufler in Ravensburg u. s. w. u. s. w. Franz Leicher in München hat bei seinem Sicherheitsschloß u. a. den Schlüssel so abgeändert, daß die beiden Schieber, welche zur Einstellung der Zuhaltungen dienen, sich um zwei Zapfen drehen können, durch Federn immer in das Gehäuse zurückgedrängt, dagegen aber durch einen entsprechenden hügelförmigen Ansatz auf der Schloßplatte aus dem Schlüsselgehäuse herausgedrängt werden. Eine ähnliche Einrichtung hat der Schlüssel des Styriaschlosses von A. Prillwitz in Kiel, bei welchem die Sperrung einer besonders gestalteten Zuhaltung durch vier Sperrhebel, welche sich gegen entsprechende Ansätze auf der Zuhaltung stemmen, erfolgt und so lange in dieser Lage durch Federn erhalten werden, bis die Zurückdrängung der Hebel durch den Schlüssel bewirkt worden ist.



1372. Defensorschloß von Ade.

Zu dieser Gruppe von Schlössern gehört auch das Defensorschloß von Carl Ade in Berlin (Abb. 1372), welches sich aber dadurch von den übrigen Schlössern dieser Gruppe unterscheidet, daß es durchaus keine Feder besitzt. Soll das Defensorschloß geöffnet werden, so muß zuerst der Stechschlüssel (Abb. 1373) in das Schlüsselloch A hineingeführt und dann durch eine Drehung der Nuß ein Aufsteigen des Verschlußriegels X X bewirkt werden; dadurch wird den um den Zapfen C drehbaren Zuhaltungen l eine Drehung erteilt, so daß die kleinen Stifte S der Zuhaltungen, veranlaßt durch die Öffnungen des Schlüssels, sich so zustellen, daß die Einschnitte der Zuhaltungen dem Riegelstifte gegenüber liegen; nun ist einer vollständigen Zurückschiebung des Riegels nichts mehr im Wege. Da das Adesche Defensorschloß sich sehr bald einer großen Beliebtheit zu erfreuen hatte, ist es nur zu erklärlich, wenn von den verschiedensten Seiten Veränderungen und Verbesserungen eingeführt worden sind, welche es ermöglichen, dieses Sicherheitsschloß in der eigenen Fabrik herstellen zu können. Unter anderen wären folgende Sicherheitsschlösser hierher zu zählen: das Sicherheitsschloß von Karl Hermann in Nürnberg mit Schiebern, bei welchem der Schlüssel bei geöffnetem Schlosse aus demselben herausgenommen werden kann; das Sicherheitsschloß von H. C. E. Eggers & Co. in Hamburg, bei welchem die Federwirkung durch ein Gewicht ersetzt wird; das Perfektschloß von J. Ostertag; das Sicherheitsschloß von Chr. Bachmann in München mit einem Kombinationsschlüssel; das Sicherheitsschloß von Franz Leicher in München, bei welchem die Schieber des Schlüssels dadurch eingestellt werden, daß diese gegen ein Hindernis am Boden des Schlüsselloches stoßen; die Sicherheitsschlösser von J. Schaufler in Ravensburg, Dietrich Bußmann in München, Franz Garny in Frankfurt a. M., Franz Verbalk in Brünn u. s. w. u. s. w.



1373. Schlüssel von Ade.

Verbindung von zwei oder mehreren Schloßsystemen zu einem Schloß.

Da die einfachen Schlösser, wie auch ein großer Teil der neueren Sicherheitsschlösser den Versuchen der Einbrecher nicht genügend Widerstand zu leisten imstande waren, so ging das Bestreben der Erfinder und Schloßfabrikanten dahin, deren Sicherheit zu vermehren. Wie aus dem Vorhergehenden zu entnehmen ist, hängt unter sonst gleichen Umständen die Sicherheit eines Schlosses von der Zahl und der Art der Zuhaltungen ab, weshalb man bald dahin geführt wurde, zwei oder mehrere Schloßsysteme zu einem Schlosse zu vereinigen. Eigentlich gehört das Seite 516 beschriebene Bramah-Chubbschloß auch in

diese Gruppe, aber man hat sich in der Geschäftswelt so sehr daran gewöhnt, dieses Schloß als einfaches Schloß zu bezeichnen, daß dem auch hier Rechnung getragen wurde. Hierher müssen füglicherweise aber auch jene Verschlußvorrichtungen gezählt werden, welche einen sogenannten Gegenverschluß bewirken sollen, in der Art, daß ein Öffnen der betreffenden Thür bei großen Geldinstituten, Banken und Behörden u. s. w. nur dann stattfinden kann, wenn die berechtigten Inhaber der verschiedenen Schlüssel gleichzeitig anwesend sind. Alle von den bisher besprochenen Schloßsystemen können miteinander in Beziehung gebracht werden, so daß es nur zu leicht erklärlich ist, wenn eine sehr große Anzahl von Erfindungen auf diesem Gebiete gemacht worden ist.

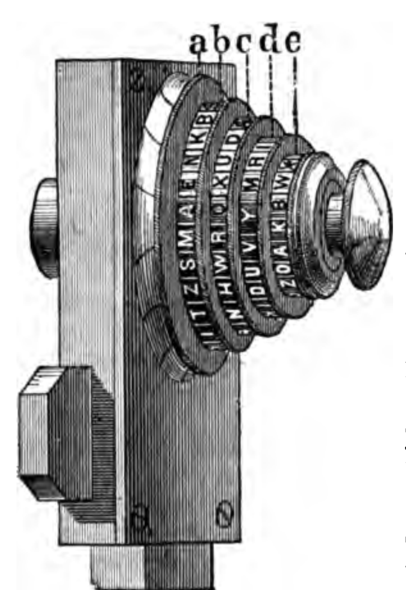
Das Sicherheitsschloß von Friedrich Schrader in Magdeburg besteht aus zwei Chubbschlössern mit vier Systemen von Chubbzuhaltungen, welche durch zwei doppelbärtige Schlüssel so eingestellt werden, daß der Bewegung des Riegels durch den Drehgriff nichts im Wege steht. Die einzelnen Zuhaltungen sind, um ein Mitnehmen der darüber oder darunter liegenden zu verhindern, durch entsprechende Metallplatten getrennt. Die Geldkassenfabrik von Fr. Wertheim in Wien erzeugt Geldschrankschlösser, welche aus einem Styriaschloß und einem oder zwei Chubbschlössern zusammengesetzt sind. Das Sicherheitsschloß von A. Pürgel in Magdeburg besteht ebenfalls aus einer Verbindung eines Stechschlosses mit einem doppelbärtigen Chubbschloß und zwar in der Art, daß der zweibärtige Chubbschlüssel die Zuhaltungen zunächst so einstellt, daß nach einer Entfernung desselben aus dem Schlüsselloch der Drehgriff ein klein wenig nach links gedreht werden kann, wodurch dann erst das Schlüsselloch für das Styriaschloß frei wird. Nach der Einführung dieses Schlüssels kann die Verschiebung des Riegels mit dem Drehgriff erfolgen. Auch das Geldschrankschloß von Sommermeyer & Co. in Magdeburg hat diese beiden Schloßsysteme zu einem Schloß vereinigt, ebenso wie auch das Geldschrankschloß von G. Schnizer in Stuttgart, bei welchem das Chubbschloß auf einen Schieber wirkt, welcher das Schlüsselloch des Styriaschlosses frei gibt, so daß erst dann die Einführung des Stechschlüssels stattfinden kann. Die Firma Carl Ade in Berlin erzeugt Tresorschlösser, welche nur unter Mitwirkung von zwei Schlüsseln bethätigt werden können, deren Zuhaltungen sich aber trotzdem nur um einen Zapfen drehen. Auch das federlose Sicherheitsschloß von Julius Brucker in Aalen gehört hierher, wie auch das Geldschrankschloß von B. Guttmann & Joseph Fischer in Kattowitz. Man könnte fast sagen, daß jede der größeren Geldschrankfirmen, besonders wenn sich dieselbe mit dem Bau der großen Stahlkammern abgibt, ihr besonderes System von Tresorschlössern hat, welche meistens auf einer Zusammenwirkung von zwei oder mehreren Schloßarten beruhen, so daß eine Verschiebung der Riegel erst dann möglich ist, wenn alle Zuhaltungen durch die verschiedenen Schlüssel richtig gestellt sind. Eine andere Art dieser Schlösser läßt jeden Schlüssel auf ein getrenntes Riegelwerk wirken, und ein Öffnen kann nur dann eintreten, wenn alle Riegel nacheinander zurückgeschoben sind.

Vexier- oder Kombinationsschlösser.

Da das Schlüsselloch immer einen bequemen Zugang zu dem Inneren des Schlosses gestattet und hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, nicht nur Werkzeuge, sondern auch Sprengstoffe in das Schloß einzuführen, so waren zuerst die Amerikaner darauf bedacht, den Gedanken, der dem Mal- oder Buchstabenschloß (Seite 502) zu Grunde liegt, für Sicherheitsschlösser zu verwerten, d. h. Schlösser zu bauen, bei welchen kein Schlüssel, mithin auch kein Schlüsselloch notwendig ist. Außer den (Seite 502) genannten Schlössern gehören auch das Kombinationsschloß von H. H. Daniels in Cincinnati, welches sowohl als Vorhängeschloß, als auch, in etwas abgeänderter Form, als Geldschrankschloß benutzt werden kann, wie auch das verstellbare Kombinations-Vorhängeschloß, mit einer, die Zuhaltungen tragenden Hülse und einer in diese einzuschiebenden Zahnstange, von Robert Nadas in Steinamanger hierher. Obwohl die Vexier- und Kombinationsschlösser in gewissen Kreisen immer mehr Anhänger finden, so kann doch nicht unterlassen werden, auf das Gefährliche solcher Schlösser aufmerksam zu machen, welche trotz der nach Millionen, ja nach Milliarden

zählenden Anzahl der Kombinationen, doch dem Zufall freien Lauf lassen. Empfehlenswert wird es daher bei Geldschränken und Stahlkammern sein, neben dem Kombinationsschloß, wenn ein solches überhaupt angewendet werden soll, noch andere Verschlußvorrichtungen anzubringen.

Die Sicherheit einer Reihe von Kombinationsschlössern, die fast jeder größere Geldschrankfabrikant nach seinem eigenen System baut, beruht im allgemeinen darauf, daß eine Reihe von Ringen, Scheiben oder sonstwie gestalteten Zuhaltungen mit Einschnitten versehen sind, welche einem oder mehreren Stiften am Riegel, oder einem Zwischengliede zwischen Riegel und Zuhaltungen, erst dann den Durchtritt gestatten, wenn alle Zuhaltungen durch bestimmte Drehungen in die richtige Stellung gebracht worden sind. Das Permutationsschloß von Schnizer in Stuttgart (Abb. 1374) kann wie jedes andere derartige Sicherheitsschloß an jedem Geldschrank angebracht werden, und das Öffnen dieses Schlosses erfolgt in der Weise, daß die vier Scheiben b, c, d und e so gestellt sind, daß deren Einschnitte mit dem Einschnitt der hinteren Scheibe a in gerader fortlaufender Linie stehen, und zwar dem Buchstabengeheimnis entsprechend, wonach die Scheiben eingestellt worden sind; es wird alsdann die Scheibe a wieder nach rechts gedreht, worauf die Öffnung des Schlosses erfolgen kann. Eine Verstellung des Buchstabengeheimnisses kann bei diesem Schlosse, wie auch bei den meisten Kombinationsschlössern, nach einer besonderen, von jedem Fabrikanten beim Verkauf mitgegebenen Erklärung leicht erfolgen. Manche dieser Sicherheits-Kombinationsschlösser haben außen nur eine drehbare Scheibe, wie z. B. bei dem Kombinationsschloß von J. Ostertag in Aalen, und dieselbe muß nun, dem Buchstaben- oder Zahlengeheimnis entsprechend, mehrmals nach rechts und links in bestimmter Weise gedreht werden. Auch hier kann leicht eine Verstellung des Losungswortes — natürlich nur bei geöffneter Thür — stattfinden. Einige der wichtigsten und bekanntesten Kombinationssicherheitsschlösser seien hier kurz erwähnt. Bei dem Kombinationsschloß von H. C. E. Eggers & Co. in Hamburg sind die äußeren Buchstabenstellringe mittels ineinander gesenkter Rohre mit den im Schloßinneren befindlichen Zuhaltungsscheiben verbunden. Bei dem Kombinationsschloß von Th. Kromer in Freiburg i. B. werden die Sicherheitsteile durch das mehrmalige Hin- und Herdrehen des Handgriffes, mit dem der Riegel eingestellt wird, beeinflußt und stellen sich selbstthätig beim Verschließen des Riegels. Bei dem Variationsschloß „Integritas" von G. Lindener in Berlin ist die eine Zuhaltung als Drehscheibe ausgebildet, auf deren Achse ein Trieb sitzt und welche durch einen Klinkhebel beeinflußt wird. Bei dem Kombinationsschloß von Ed. Draubette und Ev. Catois in Paris sind die Kombinationsteile in einem in einer Rosette verschiebbar gelagerten Rumpfgriff angeordnet, welcher nach erfolgter Einstellung der Kombinationsteile und Auslösung eines Sperrstückes aus der Rosette vorspringt. Ferner gehören hierher die Kombinationsschlösser von H. H. Daniels in Cincinnati, von O. M. Farrand in New York, von Paul Hermann in Berlin, Georg Voigt in Lahr, welches für Schiebethüren bestimmt ist, von Franz Leicher in München, von S. J. Arnheim in Berlin u. s. w.



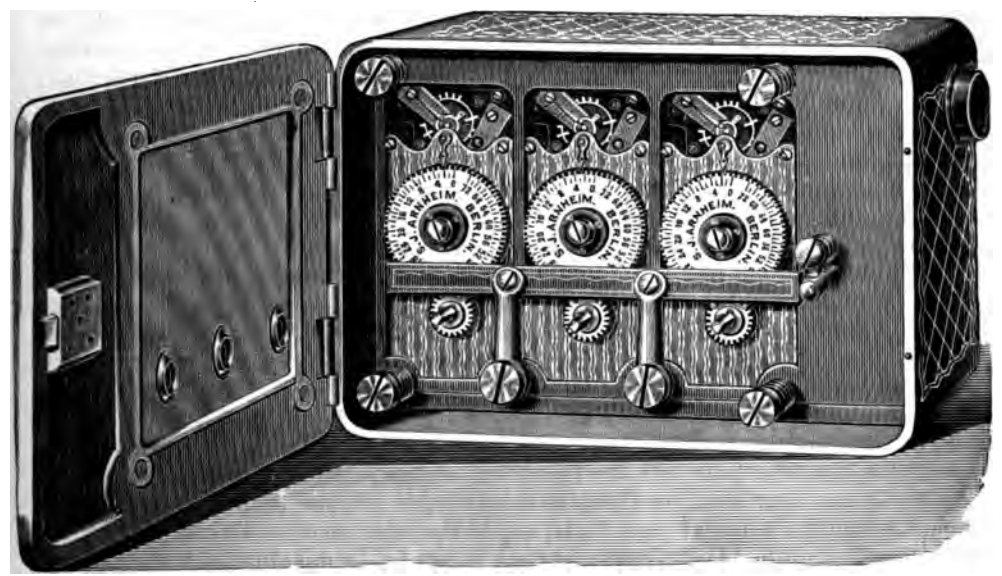
1374. Permutationsschloß von G. Schnizer in Stuttgart.

Die Vexierschlösser hatten früher eine größere Bedeutung als jetzt, wie am besten aus den in den Museen aufbewahrten Kunstschlössern zu entnehmen ist, doch hat man auch in jüngster Zeit die Aufmerksamkeit auf solche Schlösser gerichtet, welche erst dann

bethätigt werden können oder überhaupt zugänglich sind, wenn gewisse Knöpfe, Schrauben, Schieber u. s. w. eine besondere Stellung einnehmen. In diese Gruppe wären unter anderen zu zählen das Etagenschloß von Jos. Sedlack in Großdorf bei Braunau i. B., das Vexierschloß von Fr. Christianson in Hamburg, das Vexierschloß von Paul Hempel in Berlin, das Vexierschloß von August Rany in Budapest, das Vexierschloß von Alois Wagner in Ludwigshafen a. Rh. u. s. w. u. s. w.

Zeitschlösser und automatische Schlösser.

Dieselben Gründe, welche dazu führten, die Konstruktion der Kombinationsschlösser immer mehr zu vervollkommnen und auszubilden, führten auch zur Erfindung der Zeitschlösser, welche bei ganz großen Geldschränken oder Stahlkammern angewendet werden. Dieselben wurden aus Amerika, wo die Zunft der Geldschrankeinbrecher eine fast unheimliche Höhe der Entwickelung erreicht hat, eingeführt. Jede Verschlußvorrichtung wird



1375. Zeitschloß Chronograph.

um so wirksamer sein, je weniger Öffnungen und Fugen dieselbe hat, weil diese dem geschulten Einbrecher stets eine Angriffsstelle bieten, auf welche er zuerst seine Aufmerksamkeit richtet. Um nun in dieser Richtung möglichst weit zu gehen, hat man die Verschlußvorrichtung der Geldschränke und Tresoranlagen in das Innere verlegt, indem das Schloß mit einem Uhrwerk in Verbindung gebracht wird, welches das Öffnen der Thür nur zu einer ganz bestimmten, vorher festgesetzten Zeit gestattet. Mit der Einfügung des Uhrwerkes in die Verschlußvorrichtung ist aber ein Nachteil unwiederbringlich verbunden, den man bei dem Schloß durch die Vermeidung der Federn schon lange mit allen Mitteln zu umgehen bemüht war. Die Uhren selbst werden nämlich nur durch Federn bethätigt, und um in dieser Richtung von dem Versagen eines Uhrwerkes unabhängig zu werden, hat man ein zweites, ja drittes Uhrwerk so eingeschaltet, daß zu der bestimmten Zeit doch eine Auslösung der Verschlußvorrichtungen selbst dann erfolgt, wenn irgend eines der Uhrwerke unbrauchbar geworden ist.

Das Zeitschloß „Chronograph“, von dem Fabrikanten S. J. Arnheim in Berlin (Abb. 1375) zuerst in Deutschland eingeführt, wird vor dem Schließen der Thür für die Zeit in Thätigkeit gesetzt, während welcher der Schrank oder die Stahlkammer geschlossen sein soll. Das Schloß ist so eingerichtet, daß dasselbe bis zu 72 Stunden in Wirksam-

keit bleibt. Da das Schloß im Inneren des Schrankes angebracht ist, sind keine Schlüssellöcher erforderlich, weshalb auch kein Schlüssel notwendig und somit die Möglichkeit der Nachformung desselben (oder das Verlieren) vollständig ausgeschlossen ist. Da das Zeitschloß im Inneren des Schrankes montiert ist, so wird durch dasselbe die Thür in ihrer Stärke nicht beeinträchtigt, auch kann vor der eingestellten Zeit niemand und unter keinen Umständen die Thür öffnen, so daß ein unberechtigtes Eindringen außerhalb der Geschäftszeit vollständig ausgeschlossen ist. Um nun ein Versagen des Zeitschlosses auszuschließen, werden die neuesten Konstruktionen so eingerichtet, daß eine dreifache Wiederholung eintritt, so daß auch dann noch ein Öffnen der Thür möglich ist, wenn der Mechanismus an zwei Stellen versagen würde.

Die meisten großen Geldschrankfabrikanten (siehe Seite 540) haben nun entweder eigene Zeitschlösser gebaut oder beziehen dieselben aus Amerika. Es ist wohl selbstverständlich, daß bei der sehr genauen Arbeit dieser Uhrwerke, welche in dem Zeitschloß angebracht sind, diese Schlösser verhältnismäßig teuer sind, kommt doch ein gut gebautes Zeitschloß auf ca. 500 Mark und mehr zu stehen. Da jedoch die Zeitschlösser nur bei großen Banken und öffentlichen Kassen Anwendung finden können, kommt die Höhe des Preises gar nicht in Frage, um so mehr als diese Verschlußvorrichtungen doch meistens nur bei ganz großen Geldschränken oder Thüren für gemauerte Tresoranlagen Verwendung finden. Außer dem Zeitschloß der Firma S. J. Arnheim in Berlin wären noch zu erwähnen die ähnlichen Zeitschlösser der Firma Götz & Co. in Stuttgart und der Aktiengesellschaft für Geldschrank-, Tresorbau und Eisenkonstruktion „Panzer“ in Berlin N. 20, während das Zeitschloß von E. S. Phelps in Leavenworth von außen mittels eines Hauptschlüssels zu jeder Zeit zu öffnen ist, mittels eines Nebenschlüssels jedoch nur in bestimmten, vorher einzustellenden Zeiträumen.

Automatische Schlösser. Alle in jüngster Zeit in Aufnahme gekommenen Automaten, zum Verkauf von verschiedenen Waren, gehören eigentlich zu den Schlössern. Das Prinzip, auf welchem diese Automaten alle mehr oder weniger beruhen, zeigt einen Hebel, welcher durch das einfallende Geldstück direkt oder indirekt eine Arretierung auslöst, so daß nun das Herausziehen des Warenträgers oder das Öffnen des Schlosses erfolgen kann. Auch auf diesem Gebiete ist dem Erfindungsgeiste ein reiches Feld der Thätigkeit eröffnet worden, und die in den Großstädten gegründeten Gesellschaften zur Herstellung von Automaten haben meistens jede ihr besonderes System. Bei dem Schloß von Rudolf Brosowsky in Jasenitz wird das Verschieben des Riegels vor dem Einwerfen einer Münze dadurch verhindert, daß ein in dem Riegel angebrachter Schnapper in eine Rast einspringt, während das Einspringen des Schnappers durch vorher erfolgendes Einwerfen einer Münze vermieden wird. Das Fallenschloß von Edmund Zschernig in Dresden hat zwei Nüsse, welche auf die schießende Falle einwirken können; die eine Nuß gestattet ein Zurückschieben der Falle von außen, wenn ein dieselbe sperrender Hebel durch Einwurf einer Münze ausgelöst worden ist, während die andere zum Öffnen des Schlosses von innen dient und bei ihrer Bewegung zuerst den von der eingeworfenen Münze freigegebenen, die Falle wieder absperrenden Hebel aushebt und dann die Falle zurückschiebt. Das Fallenschloß von August Schnabel in Dresden-N. ist so eingerichtet, daß dasselbe nach Einwurf einer Münze von genau einstellbarer Größe dadurch geöffnet werden kann, daß sich die Münze zwischen einen Ansatz der Falle und den Arm der Nuß legt, so daß die vorher leer gehende Nuß durch Vermittelung der Münze die Falle zurückschieben kann, worauf die beim Zurückschieben der Falle durch den Druck der Nuß am Ansatz festgehaltene Münze beim Nachlassen des Druckes herabfällt. Das Fallenschloß von August Evler in Dresden kann durch den Einwurf eines Geldstückes dadurch geöffnet werden, daß das Geldstück eine Kupplung zwischen Nuß und Falle bildet, welche gekennzeichnet ist durch einen zu einer Tasche ausgebildeten Nußhebel und zwei Ansätze an der Falle, von denen der erstere unter Mitwirkung des als Kupplung wirkenden Geldstückes den ersten Teil der Zurückschiebung der Falle, dagegen der andere Ansatz den zweiten Teil dieser Zurückschiebung in der Weise vermittelt, daß der eine Ansatz von der Münze abgehoben wird, und diese von dem Nußhebel frei herabrollen kann.

Die fabrikmäßige Herstellung der Schlösser.

In früherer Zeit wurden alle Schlösser von dem Schlossermeister im Kleinbetrieb hergestellt. Heute hat sich dies vollständig geändert, und die gewöhnlichen Schlösser werden fast ausschließlich nur in großen Fabriken hergestellt. Auch die besseren und komplizierteren Schlösser, einschließlich der Geldschrankschlösser, werden zweckmäßiger aus denjenigen Werkstätten bezogen, welche sich mit diesem Artikel besonders befassen, als daß man dieselben als Einzelstück anfertigen läßt. Wie sehr sich in dieser Beziehung die Fabrikationsweise geändert hat, führt Rektor E. Cremer aus Krefeld in treffender Weise in einem Vortrage aus, den derselbe über die Schloßfabrikation in Velbert (Rheinlande) gehalten hat; derselbe führt u. a. folgendes an:

Velbert, der Mittelpunkt der deutschen Schloßfabrikation, ist heute eine Stadt von etwa 20 000 Einwohnern (mit Umgebung) und liegt auf den letzten Ausläufern des bergischen Landes zur unteren Ruhr und der Rheinebene hin auf einem hohen Bergrücken lang hingestreckt. Seine Kirchtürme sind weithin sichtbar, und die rauchenden Schlote verkünden von weitem die Rührigkeit und den Fleiß seiner Bewohner. Vor 20 Jahren zählte Velbert, das jetzt mit seiner Industrie, soweit die Herstellung von Schlössern in Betracht kommt, einzig dasteht, noch kaum $^1/_8$ seiner jetzigen Einwohner, und die maschinellen Betriebe konnten an den Fingern einer Hand aufgezählt werden. Heute besitzt die Stadt Wasser- und Gasleitung, elektrische Beleuchtung in vielen Betrieben, wohl an 50 größere Fabriken, in denen fast ausnahmslos Schlösser und Schloßteile hergestellt werden; es ist Eisenbahnstation und wird demnächst auch der Zentralpunkt von mehreren elektrischen Bahnen, welche es mit den großen Industriestädten des Kohlenreviers und des Wupperthales noch enger verbinden werden. Den mächtigen Aufschwung verdankt Velbert ausschließlich seiner blühenden Industrie, die mehr denn $^9/_{10}$ der Bevölkerung einen lohnenden Verdienst gewährt. Hier reiht sich Werkstätte an Werkstätte. Aus allen vernehmen wir ein lautes Geräusch von Hämmern, Feilen, Knarren und Kreischen, das jedoch übertönt wird von den lustigen Liedern der Arbeiter. Treten wir einmal in eine solche Schlosserwerkstatt ein, und machen wir einen kurzen Rundgang durch dieselbe.

Wir gelangen, ein weit geöffnetes Thor durchschreitend, auf einen geräumigen Hof, der ringsum von Werkstätten eingeschlossen ist. Rußige Burschen sind damit beschäftigt, neu angekommene Vorräte von einem Wagen abzuladen, um sie in dem Vorratsraum zu ordnen. Daselbst sehen wir Hunderte von Eisen- und Messingtafeln, ihrer Dicke nach geordnet, in langer Reihe aufgestellt; große Ringe von Draht sind an den Balken der Decke befestigt, eine Menge von Kisten und Körben, alle mit Rohguß gefüllt, nehmen fast die Hälfte des Raumes ein. Dieser Guß besteht nur aus Schlüsseln und einer kleinen Sorte von Riegeln, und von unserem Begleiter hören wir, daß es die einzigen Schloßteile sind, welche heute noch gegossen werden, alle übrigen vielmehr aus Schmiedeeisen bestehen. Die Stempel zum Ausstanzen dieser letztgenannten Teile, wie vornehmlich auch des Bleches, sind deshalb, entsprechend der verschiedenen Größe und Art des Schlosses, sehr mannigfaltig. Sie vor allem sind die Gradmesser für die Leistungsfähigkeit der Fabrik. Bemerkt sei auch, daß alle Schlösser heute noch mit dem alten Zoll gemessen werden. Man spricht nur von ein-, fünfviertel-, einundeinhalb- u. s. w. zölligen Schlössern. Noch werfen wir einen kurzen Blick in die Kasten und Fächer, die den ganzen Raum der Hinterwand einnehmen. Sie enthalten Riegel, Federn, Dorne, Schloßdecken, Schlüsselschilder, Nieten, Schrauben und hundert andere Teile. Hier ist der Lehrling zu Hause. Mit derselben Sicherheit, mit welcher der Buchdrucker in den Setzkasten greift, zieht er uns einen beliebigen Teil heraus, immer geschickt an der Wand umherkletternd.

Die erste Werkstätte, in welche wir nun eintreten, enthält die Schneidpressen. Die größte von ihnen hat Schnitte von 2 m Länge. Das untere Stück derselben liegt fest, das obere bewegt sich mittels Dampfkraft langsam auf- und abwärts. Die ganze Länge

einer Eisentafel wird durch einen Druck mit einer Leichtigkeit durchschnitten, als ob man mit einer Schere einen Streifen Papier abschneidet. Wir sehen dasselbe auch an einem Stück Bandeisen, das eine Dicke von 6 mm hat. Die abgeschnittenen Streifen begleiten wir in die Schleiferei. Hier sitzt eine kräftige, muskulöse Gestalt vor einem etwa 30 cm breiten Schleifsteine, der einen Durchmesser von $2\frac{1}{2}$ m hat. Der Schleifer drückt den auf einem Holzstück aufgespannten Eisenstreifen mit den Knieen durch ein Querholz gegen den Stein, daß die Funken in hellen Strahlen zischend unter den Schleifstein fahren. Ist der Streifen, der glühend heiß geworden war, etwas erkaltet, so läuft er unter einem Schmirgelrade her, das ihm erst den Glanz verleiht. In einer anderen Werkstatt sind die Lochpressen aufgestellt. Das festgeschraubte Lager zeigt alle Durchlochungen, welche für das Schloßblech erforderlich sind: Ausschnitte für den Schlüsselbart, für den Riegel in der Stulpe, Nieten- und Nagellöcher. In dem sich über dem Lager auf und ab bewegenden Stempel sind entsprechende Stahlstäbchen eingeschraubt, die genau in jene Durchlochungen passen und behufs besseren Durchschlags mit abgeschrägten Grundflächen versehen sind. An der Hinterseite befindet sich eine Eisenschere, die dergestalt arbeitet, daß sie ein Stück abschneidet, während ein zweites zugleich durchlocht wird. Gleich nebenan bemerken wir eine sehr genau angreifende Friktionsmaschine. Sie ist dazu bestimmt, in einem Druck die Beugung der Stulpe — bei umgezogenen Schlössern auch der beiden seitlichen Ränder — zu bewerkstelligen. Es geschieht mit großer Leichtigkeit, fast ohne Geräusch. Das Schloßblech ist fertig. Die Herstellung der Feder und des Riegels ist verhältnismäßig einfach. Letzterer wird mit den nötigen Ausschnitten aus Tafeleisen ausgepreßt, zwei passende Kopfstücke werden zur Verstärkung aufgenietet, und ein Dampfhammer zeigt uns, wie diese Nieten dann „gestemmt" d. h. gefestigt und geglättet werden. Der Riegel wandert alsdann noch unter die Fräsmaschine, welche denselben auf allen drei Kanten sehr schnell und glatt abfräst. Um das Heißwerden der Räder und das Rosten der Riegel zu verhüten, läuft dabei beständig Seifenwasser über die sich sehr schnell drehenden Räder. Es bedarf jetzt nur noch eines Druckes auf das Schmirgelrad, um den Riegel blank zu schleifen und ihn seiner Bestimmung übergeben zu können.

In einem kleinen, dunklen Raume, dessen Fenster mit rotem Staub dicht belegt sind, herrscht ein Getöse, daß man seines Nachbars Worte nicht mehr verstehen kann. Zwei achtseitige, eiserne Kasten mit wagerecht liegender Achse — „Rommeln" genannt — drehen sich mit Blitzesschnelle. Der eine derselben wird soeben geöffnet, und seinem Bauche entfällt ein Gemengsel von Asche, Guß und Lederfetzen. Wir werden belehrt, daß die roh gegossenen Schlüssel im Ringe sowohl, wie auch an Bart und Kralle noch vielfach den sogenannten „Draht" zeigen. Durch eine etwa 6stündige Umdrehung werden sie davon nicht nur gereinigt, sondern auch derart blank poliert, daß sie mit einigen Glättungen am Bart für rauhe Schlösser schon benutzbar sind. Bessere Sorten dagegen erfordern eine feinere Bearbeitung des Schlüssels. Er wird, wenn nötig, gebohrt und dann geschliffen. Dabei ist vollständige Arbeitsteilung eingeführt. Eine ganze Reihe von Arbeitern steht an einer Bank vor den sich mit großer Schnelligkeit drehenden Schmirgelrädern. Der erste arbeitet den Bart, der zweite die Pfeife, der dritte die Kralle, der vierte den Ring. Es bedarf nur eines kurzen Druckes, um der betreffenden Stelle den nö[illegible]igen „Schliff" zu verleihen. Dutzend auf Dutzend fällt so in rascher Folge in den u[illegible]nter gestellten Korb. Dabei arbeitet ein Mann dem anderen stets in die Hand, so d[illegible] täglich eine Unmenge Schlüssel fertiggestellt werden können. Mit welcher Fi[illegible] hier hantiert wird, mag beispielsweise aus dem Umstande ersehen werden, daß [illegible] 100 Stück fertig geschliffener Schlüssel im ganzen 22 Pfg. gezahlt werden, und [illegible] hier beschäftigte Arbeiter es bei nicht allzugroßer Anstrengung auf einen Tagelohn [illegible] 5 Mark bringen kann.

Wenden wir uns nunmehr jener Werkstätte zu, wo die fertiggestellten Teile zu[illegible] Schloß „aufgesetzt" werden. Es sind in der Fabrik selbst damit nur wenige Arbeiter b[illegible] schäftigt. Die größere Anzahl, besonders die Familienväter, erhalten die ausgestan[illegible]ten und vorgerichteten Stücke ins Haus gebracht, um sie dort zu Schlössern zusammen-

zustellen. Hier finden wir deshalb meist jüngere Leute, die mit bewundernswerter Geschicklichkeit ihrem Handwerk obliegen. Es gilt auch, keine Zeit zu verlieren, denn sie erhalten für das Dutzend gangbarer Sorten 20, höchstens 30—35 Pfg. Nur wenige Minuten Verweilens genügen, um ein ganzes Dutzend fertiggestellter Schlösser vor unseren Augen erstehen zu sehen. In einem besonderen Raum werden sie alsdann gereinigt, sortiert und dutzendweise verpackt. — Die Anfertigung der Schlösser geschieht durchgehends nur nach Bestellungen. Da aber, wie das leicht verständlich ist, bei einem Mangel an Kommissionen der ganze Betrieb nicht gleich stillgelegt werden kann, auch das Ausstanzen der Teile fast nur in großen Mengen geschieht, so braucht es nicht wunder zu nehmen, daß wir auf den Lagerstuben größerer Geschäfte oft bis an 15—20 000 Dutzend Schlösser aufgespeichert finden. Auch in die Schmiede, wo beständig „ein lustig Feuer Flammen schlägt“ und die beschädigten und abgenutzten Teile ausgebessert werden, werfen wir noch einen kurzen Blick, um unseren Rundgang damit zu beenden.

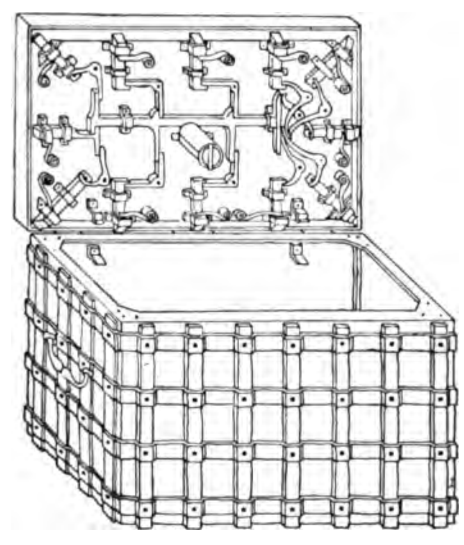
Die Zahl der auf solche Weise in jenem Industriebezirk tagtäglich erzeugten Schlösser ist eine kaum glaubhafte. Nehmen wir rund 4000 in diesem Zweige beschäftigte Arbeiter an, so darf mit Sicherheit geschlossen werden, daß dieselben an jedem Tage wenigstens 10 000 Dutzend Schlösser der verschiedensten Art fertigstellen, was einem Jahresumsatz von 4 Millionen Dutzend gleichkommt. Es scheint diese Summe durchaus nicht zu hoch gegriffen, wenn man sieht, welche Frachten täglich zu- und abgefahren werden. Es gibt kaum ein Land der Erde, wohin nicht Velberter Erzeugnisse versandt werden: Rußland, Italien, Spanien, Amerika und die Levante sind die wichtigsten Absatzgebiete. Von den vielen Arten, die zum Versand kommen, seien nur folgende wenige genannt: Umgebogene und einlassende deutsche Möbelschlösser, belgische und italienische aufspiekende Uhrkasten und Glasschrankschlösser, das Koffer- und Vorhängeschloß, das schwere deutsche Thür-, das holländische Thor- und das Schweizer Kellerschloß, Klavier-, Glocken-, Kassettenschlösser u. a. m.

Nur wenige Arbeiter erhalten Tagelohn, die meisten haben Vereinbarungen im Akkord und fahren dabei gar nicht übel. Überhaupt dürfen die Lohnverhältnisse bei der Schloßerzeugung, worüber oben schon einige Andeutungen gegeben wurden, im Vergleich zu manchen anderen — wir erinnern hier z. B. nur an die Samt- und Seidenindustrie des linken Niederrheins — sehr günstige genannt werden. Dazu tritt noch ein anderer beachtenswerter Umstand. Obschon die Herstellung der Schlösser in erster Linie maschinelle Thätigkeit ist, ist es doch jedem Familienvater ermöglicht, seiner Beschäftigung im eigenen Hause nachgehen zu können. Haus- und Fabrikindustrie heben sich nicht auf, sondern können friedlich nebeneinander bestehen. Welchen Vorteil das aber für das Familienleben und besonders für solche Leute hat, die neben ihrem Hause noch einen Garten oder ein Stück Feld zu bebauen haben, braucht hier nicht des näheren ausgeführt zu werden. Die wohlthätigen Folgen treten offen zu Tage. Wer sich die reinlichen, wohnlich ausgestatteten Arbeiterhäuser dieser Gegend ansieht, erkennt auf den ersten Blick, daß Mühe und Fleiß des Arbeiters hier ihren Lohn finden. Es macht sich bei der Bevölkerung ein gewaltiger Umschwung bemerkbar in Bezug auf Ansprüche von Luxus und Bequemlichkeit, an Kleidung, Wohnung und Lebensgenüsse.

Wäre dieses der Segen allein, den das Emporblühen einer Industrie mit sich bringt, er dürfte gewiß nicht gering angeschlagen werden. Doch die Kultur birgt ungezählte Früchte in ihrem Schoße. Mit der Sorge für das bessere Wohlbefinden geht ein Streben nach besserer Erkenntnis Hand in Hand. Wo Handel und Wandel blühen, da können sich Kunst und Wissenschaft entfalten, und jeder Fortschritt im Gewerbe bedeutet einen Sieg für Sitte und Verstand. Auch die Schlosserwerkstätte, des sind wir gewiß, darf mit Recht ein solcher Kampfplatz des Geistes genannt werden.

Feuerfeste Geldschränke.

Unter Geldschränken versteht man im allgemeinen die beweglichen Möbel, welche zur Aufbewahrung von Wertvorräten dienen, und die sowohl gegen den Einbruch, als auch gegen die Feuersgefahr und die damit verbundene Möglichkeit des Fallens aus einer bestimmten Höhe eine gewisse Sicherheit bieten sollen. Die Vorläufer der Geldschränke waren zunächst die Schmuckkästchen der Griechen und Römer, von denen man einige bei der Ausgrabung von Pompeji gefunden hat (Abb. 1405, Seite 546) und dann die altdeutschen Truhen (Abb. 1376), welche im 16. bis 17. Jahrhundert hauptsächlich in Deutschland gebaut wurden. Anfangs waren dieselben aus Holz gefertigt und wurden kräftig mit Eisen beschlagen, während man später auch dazu überging, dieselben aus Eisenblech herzustellen und durch ein Gewebe von Bandeisen zu versteifen. Bei diesen Truhen, welche, wenn dieselben aus Holz gefertigt waren, zur Aufbewahrung des Ausstattungsgutes der jungen deutschen Frauen dienten, befand sich das Schloß meistens an der inneren Seite des um eine horizontale Achse drehbaren Deckels. Das Schloß, vielfach ein Meisterwerk der Schloßbaukunst, wirkte auf mehrere (oft 12 bis 18) Riegel, welche sich nach allen vier Seiten hinter den oberen Rand der Truhe schoben, und konnte meistens nur mit Hilfe eines Hebels, welcher durch den Griff des Schlüssels gesteckt wurde, geöffnet werden; deshalb findet man auch bei fast allen Truhen in den Museen solche „Drehlinge", die teils aus Eisen, teils aus Holz hergestellt wurden. Ein treffliches Beispiel einer solchen Truhe liefert die berühmte Eisentruhe, in welcher die Kronjuwelen von Schottland im Jahr 1707 niedergelegt worden sind. Der Deckel dieser Truhe war durch 3 Schlösser verschlossen, welche sämtlich im Jahr 1818 in Gegenwart eines königl. Kommissars aufgesprengt wurden, da, wie der Bericht erwähnt, „nirgends ein Schlüssel gefunden werden konnte".



1376. Alte Truhe.

Die ersten Nachrichten über den Bau feuersicherer Kassen in neuzeitlichem Sinne des Wortes weisen auf England, wo 1834 William Marr in London zuerst daran dachte, zwei in gewissem Verhältnisse verschieden große eiserne Kassen zu bauen und davon die kleinere in der größeren so anzubringen, daß die Wände einen Zwischenraum von 8 bis 10 cm bildeten, der dazu bestimmt war, irgend einen schlechten Wärmeleiter aufzunehmen und dadurch das Eindringen der Hitze in den inneren Raum des kleineren Kastens zu verhindern. Die Thür wurde dann mit einem Kasten versehen, der mit einem ebenso schlechten Wärmeleiter gefüllt war und genau in den Rahmen paßte, welchen die Seitenwände bildeten. In dem Patente, das unter dem 13. Februar 1834 Marr erteilt wurde, wird ausgeführt, daß die Wände auf der Seite des Füllungsraumes mit Papier überzogen werden, auf welches gespaltener Talk mit Gummi geklebt, und daß der genannte Füllungsraum mit zerstoßenem Marmor, Porzellan, gebranntem Thon u. s. w. ausgefüllt wird. Die nächste Veränderung in Bezug auf die Füllung machte Charles Chubb (patentiert am 13. Mai 1838), und zwar bestand sie darin, zwei oder drei eiserne Zwischenwände in dem Füllungsraum anzubringen und dann letztere mit Holzasche oder Holzkohle, Stücken von Mauer- oder Sandsteinen u. s. w. auszufüllen. Zwei Jahre später (patentiert am 26. Februar 1840) verbesserte Thomas Millner in Liverpool die Erfindung von Chubb dahin, daß er die Zwischenwände bestehen ließ, aber poröses Holz, Sägespäne und Knochenstaub als Füllung benützte; ferner brachte er Gefäße und Röhren in dem Füllungsraum

an, welche eine Lösung von alkalischen Salzen in trockenem Zustande enthielten, die im Falle des Erhitzens bei einem Feuer Wasserdämpfe entwickeln und dadurch die sie umgebenden Teile in einen feuchten Zustand versetzen und zu gleicher Zeit die inneren Teile der Kasse länger kalt erhalten, wodurch eine größere Feuersicherheit erzielt wird.

Ungefähr um dieselbe Zeit werden in Berlin die Firmen S. J. Arnheim, M. Fabian und L. L. Dünz als Geldschrankfabrikanten genannt, wenn wir auch erst aus dem Jahre 1844, in welchem Jahre S. J. Arnheim auf der Deutschen Gewerbeausstellung zu Berlin einen eisernen Geldspind ausgestellt hat, folgende Beschreibung erhalten haben: „Die Wände und Thüren sind aus doppelten Platten zusammengesetzt, auch sind alle Teile so stark und dicht konstruiert, daß, wenn die entstehende Glut bei einer Feuersbrunst nicht gar zu übermäßig stark wird, der Zweck als erreicht angesehen werden kann; nur Papier möchte wohl zum wenigsten der Verkohlung unterworfen sein. Gegen Entwendung sichert teils das ansehnliche Gewicht von 16 Zentnern, teils die gewählte komplizierte Verschlußmethode, indem nicht allein durch eine hinlängliche Anzahl unter sich in Verbindung stehender Riegel, welche in einem künstlichen Schlosse in Bewegung gesetzt werden, sondern auch durch Verdecken des Schlüsselloches, zu dem man erst gelangen kann, nachdem eine verborgene Klappe sich durch Stellung von vier an der Thür befindlichen Knöpfen nach gewissen Buchstaben, die der Eigentümer nach Gefallen kombiniert, geöffnet hat, einem unbefugten Öffnen vorgebeugt ist.“ 1852 eröffnet Franz Wertheim in Wien seine erste Fabrik feuerfester Kassen in Gemeinschaft mit Wiese, und von da an beginnt, besonders unter dem Einflusse der ersten Industrieausstellung in London, dieser neue Fabrikationszweig sich immer mehr und mehr auszubreiten. Als jedoch, von Amerika kommend, jene Spezialisten unter den Einbrechern, die mit einem riesigen Aufwand von technischer Geschicklichkeit, von Scharfsinn, Mut, ja von förmlichen Studien sich ihr Handwerk angelegen sein ließen, sich nicht nur in England, sondern auch auf dem europäischen Festland ausbreiteten, mußten die Geldschrankfabrikanten immer neue Anstrengungen machen, den „Geldspindknackern“ in ihrem Fabrikate wirksamen Widerstand zu leisten. Hierbei ist Amerika und England vorbildlich vorangegangen; aber auch die neueren deutschen Geldschränke können jetzt ihre Probe bestehen, man darf jedoch hier wie dort niemals außer acht lassen, daß jeder, auch der stärkste Geldschrank, als von Menschenhand geschaffen, auch von Menschenhand wieder zerstört werden kann, und daß es nur darauf ankommt, in welcher Zeit und mit Aufwendung von welchen Mitteln die Zerstörung gelingt.



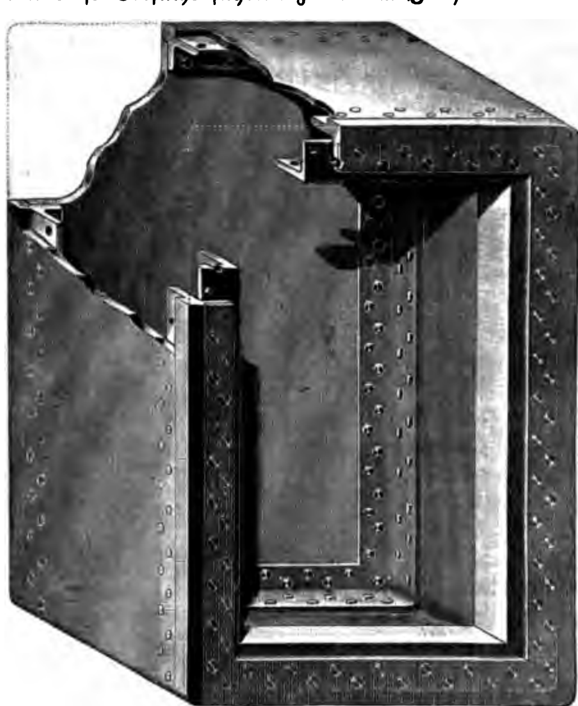
1377. Über die Ecken gebogener Geldschrankmantel.

Jeder gute Geldschrank muß 1. einbruchsicher, 2. feuersicher, und 3. fallsicher sein. Diese Sicherheit kann, wie erwähnt, keine absolute sein, sondern es wird in Betracht zu ziehen sein, welchem Zweck der Schrank zu dienen hat, d. h. wie groß die Wertvorräte sind, welche in demselben aufbewahrt werden und — wo derselbe aufgestellt wird. In dieser Beziehung wird ein Schrank, welcher längere Zeit unbeachtet bleibt, stärker und fester gebaut sein müssen, als ein Schrank, den ein kleiner Rentner in seinem Schlafzimmer aufstellt, das fortwährend unter Kontrolle steht. Diese Grundeigenschaften eines jeden Geldschrankes sind, selbstverständlich gute Arbeit vorausgesetzt, abhängig: 1. von dem Material des Mantels, 2. von der Konstruktion des Mantels, 3. von der Füllung und den Vorrichtungen, das Eindringen der Hitze zu vermeiden (Brandkasten), 4. von der Konstruktion der Thür und 5. endlich von der Konstruktion des Schlosses.

Wenn auch das Gewicht eines Geldschrankes für dessen Brauchbarkeit von besonderer Bedeutung ist, so darf man doch nicht aus demselben allein einen Schluß auf die Güte des-

selben ziehen. Bemerkt muß auch noch werden, daß es wenige Fabrikationszweige gibt, bei denen es so wie hier notwendig ist, daß der Käufer zu dem Erzeuger ein großes Vertrauen hat, weil der Käufer fast ausschließlich auf die Aussagen des Fabrikanten angewiesen ist, indem es auch dem gewiegtesten Fachmann nicht möglich ist, unzweifelhaft festzustellen, welche Stärke und Güte das verwandte Material hat, ohne durch Bohrversuche dies festzustellen; ist aber ein Schrank angebohrt, dann ist er unbrauchbar.

Die äußere Form eines Geldschrankes ist heute noch immer die rechtwinkelig parallelepipedische, welche sich aus der altdeutschen Truhe unmittelbar ableiten läßt. Zwar hat es nicht an Versuchen gefehlt, eine andere Form einzuführen, wie z. B. die cylindrische Form durch H. Haltaufderheide in Kassel, oder die Tabernakelform von Frz. Schörg jun. in München oder die Kassen mit drehbarem Mantel von E. Petit in St. Denis, aber alle diese Versuche führten zu keinem Ziel; nur in Amerika scheint sich eine mehr oder weniger cylindrische Form in den sogen. Corlißschränken (siehe Abb. 1403) einbürgern zu wollen. Aus diesem Grunde soll in dem folgenden nur von den parallelepipedischen Geldschränken die Rede sein.

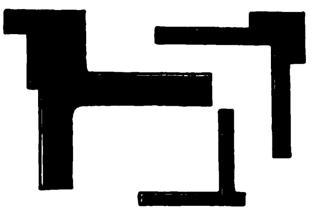


1378. Umfassungsmantel.

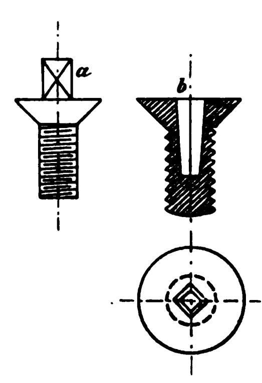
Das Material, aus dem die Geldschränke hergestellt werden, ist und bleibt das schmiedbare Eisen. Im Anfang dieses Jahrhunderts, als sich dieser Fabrikationszweig zu entwickeln begann, versuchte man auch das Gußeisen heranzuziehen, kam aber bald davon ab, weil dasselbe zu spröde ist und die Anwendung einer Isolierschicht erschwert wird. Trotzdem griff im Jahre 1892 die Firma F. A. Götz in Stuttgart diesen Gedanken wieder auf und versuchte es, feuerfeste Wertbehälter doppelwandig aus zwei Stücken (dem eigentlichen Behälter und der Thür) durch Gießen in solcher Art herzustellen, daß der erforderliche Kern auch zugleich als isolierende Wärmeschutzschicht dienen kann und alsdann in dem Gußstück verbleibt, oder daß der Kern entfernt und durch einen anderen schlecht leitenden Stoff ersetzt wird, ohne aber zu einem Resultate zu kommen, das sich dauernd einbürgern konnte.

Der Mantel der Geldschränke wurde früher fast ausschließlich durch Vermittelung von Winkeleisen zusammengehalten, so daß jede einzelne Seitenwand aus einer Platte bestand. Die Winkeleisen bildeten dann einen um die Stärke derselben vorstehenden Rahmen und das Blech eine vertieft liegende Füllung. Diese Unebenheiten boten aber dem Einbrecher bequeme Angriffspunkte, weshalb man sich später bemühte, einen glatten Mantel zu erhalten, welcher aus möglichst wenig Teilen besteht. Da inzwischen auch die Kunst, große Bleche zu walzen, sich vervollkommnet hat, wurden über die Ecken gebogene Geldschrankmäntel (Abb. 1377) hergestellt; dieselben werden von Spezialfabriken, z. B. L. Walter in Chemnitz, einschließlich der gebohrten Löcher, in den Handel gebracht, da nach der, in der Fabrik erfolgten Härtung, die gewöhnlichen Werkzeuge nicht mehr wirksam sind. Bei ganz großen Schränken ist es jedoch nicht möglich, immer so große Platten zu verwenden, daß drei Seitenwände aus einem Stück bestehen, und es empfiehlt sich in einem solchen Fall, die

Trennungsfuge nicht in die Ecke zu verlegen, sondern nahe an den Rand derselben und dieselbe durch eine innen liegende Lasche zu schützen. Im Gegensatz zu diesen sogenannten gebogenen Mänteln stellt die Firma Götz & Co. in Stuttgart die Geldschränke in der Weise her, daß die ganze Umfassung (Abb. 1378), nämlich Boden und Decke, sowie zwei Seitenflächen ganz aus einem Stück, einer langen Blechtafel bestehen, wobei dann die so entstehende Naht zusammengeschweißt wird, oder dieselbe wird durch Vernieten mit einer untergelegten Stahlplatte geschützt. Das Biegen der Platte wird sowohl in kaltem, wie auch in glühendem Zustande vorgenommen; in dieser Beziehung gehen die Ansichten der Fabrikanten sehr auseinander. Trotzdem sich die gebogenen Mäntel immer mehr und mehr einbürgern, ziehen es doch viele Geldschrankfabrikanten vor, jede Seitenfläche aus einem Stück zu bilden und die Verbindung untereinander durch besonders geartete Winkel- oder Rahmeneisen (Abb. 1379) zu bewirken, wodurch der Außenmantel trotzdem glatt wird (Abb. 1382 u. 1394); als Grund wird dabei angeführt, daß dadurch die bei einem Fall am meisten in Anspruch genommenen Kanten eine größere Steifigkeit erhalten, während durch das Biegen an den Kanten der Mantel geschwächt wird. Um bei diesen Konstruktionen die Sicherheit des Schrankes zu erhöhen, kann auch eine Maskierung der Ecken (Abb. 1388) stattfinden, ein Verfahren, das sich H. Pohlschröder in Dortmund unter dem 19. Februar 1895 gesetzlich schützen ließ. Um die Nietreihen dieser Schränke zu sichern und denselben zur Erhöhung der Fallsicherheit eine größere Steifigkeit zu geben, wird häufig ein geschweißter Ring warm aufgezogen. Müssen bei der Befestigung der letzten Umfassungswand eines Geldschrankes Schrauben verwendet werden, so ist wohl darauf zu achten, daß dieselben nicht wieder mit einem Schraubenzieher gelöst werden können, sondern daß Schrauben mit vierkantigen, vorstehenden Köpfen verwendet werden (Abb. 1380), welche nach dem Gebrauche abgehauen werden. Götz & Co. in Stuttgart verwendet zu diesem Zwecke Schrauben mit einer vierkantigen Bohrung (Abb. 1380 bei b), in welche nach dem Gebrauch Stahlkeile mit sehr geringem Anzug eingetrieben werden. Nur zu empfehlen ist, statt Eisenschrauben Stahlschrauben zu verwenden oder Schrauben, wie es in England und Amerika geschieht, welche aus Stahl und Eisen hergestellt sind. Besondere Beachtung verdient die Herstellung von Behältern für Geldschränke nach dem gesetzlich geschützten Verfahren von C. Abe in Berlin (Abb. 1381), welche zwecks Vermeidung von Stoßfugen in den Winkeln oder an den Winkelkanten aus vier, in den Diagonalen ihrer Winkel verschweißten Winkelkappen zusammengesetzt sind.



1379. Winkel- oder Rahmeneisen.

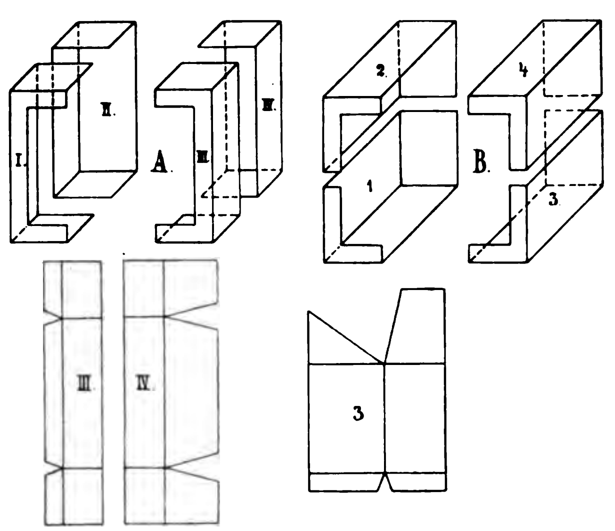


1380. Schraube mit vierkantiger Bohrung.

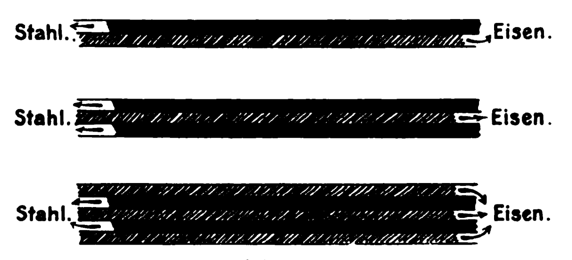
Neben der Konstruktion des äußeren Mantels ist besonders die Stärke des Bleches für die Güte eines Geldschrankes maßgebend. Bleche von 2 und 3 mm sind durchaus zu verwerfen, und man sollte nie, auch bei den kleinsten und schwächsten Schränken unter 5 mm heruntergehen. Große und starke Geldschränke erhalten Mantelflächen, die aus Blech von 8—10 mm hergestellt sind; wobei zu bemerken ist, daß außerdem noch ein Panzer (siehe diesen) von entsprechender Stärke die Einbruchssicherheit erhöht. Geldschränke für Banken und Behörden erhalten häufig einen Mantel, dessen gesamte Eisenstärke 60—80 mm beträgt, wobei natürlich mehrere Platten hintereinander liegen.

Außer dem äußeren Mantel, dessen Zusammenfügung die meiste Schwierigkeit bietet, hat jeder Geldschrank einen inneren Mantel. Wenn auch im allgemeinen für dessen Konstruktion dieselben Grundsätze maßgebend sind, wie für den äußeren, so braucht man hier die Schrauben und Unebenheiten nicht so ängstlich zu vermeiden, wie bei jenem. Kann der innere Mantel auch schwächer sein, so sollte man auch hier bei kleinen Schränken nicht unter 4—5 mm Blechstärke heruntergehen und bei größeren Schränken Blech von mindestens 6 mm Stärke verwenden.

Der **Panzer** dient zur Erhöhung der Einbruchssicherheit, indem statt der weichen Eisenplatten gehärtete Stahlplatten zur Herstellung des Geldschrankmantels selbst verwendet werden, oder daß solche Platten an die innere Seite der äußeren Eisenplatten gelegt wurden. Nachweislich wurde zuerst in England ein solcher Panzer verwendet und zwar in der Art, daß Chubb in London in das starke Blech in der Nähe des kleinen Schlosses eine Menge Löcher bohrte, welche nicht ganz hindurchgingen, dieselben mit einem Gewinde versah und endlich durch gehärtete Stahlbogen ausfüllte. Die gehärteten Stahlplatten, welche zunächst allein verwendet wurden, zeigten sich gegen Hammerschläge infolge ihrer Sprödigkeit nicht widerstandsfähig genug, deshalb kam man bald dahin, Panzerplatten herzustellen, welche aus Stahl- und Eisenschichten bestanden, die sowohl gegen Bohrer als auch gegen Hammerschläge Schutz boten. Außer diesen Panzerplatten wurden in dieser Beziehung eine große Anzahl von Erfindungen gemacht, jedoch konnten sich alle diese keine wirkliche Verwendbarkeit erringen. Hierher wären zu rechnen, die diagonal aufgestellten Stahlstäbe von C. Hartbrich in Berlin; der Rollenpanzer von Theodor Starke in Aachen, bei dem kurze, aus Hartguß hergestellte Rollen wie Perlen aneinander gereiht und zwischen zwei Eisenplatten gelagert wurden; der Panzer von Friedrich Pohlschröder in Dortmund, bei welchem harte bewegliche Kugeln aus Glas in die eigentliche Panzerplatte eingelagert wurden; der Wellenpanzer von E. de Limon in Düsseldorf, bestehend aus gewellten, zusammengenieteten Stahlblechen, welche ungleichmäßig gehärtet und mit gegeneinander verschobenen Wellen zusammengelegt sind; der Schuppenpanzer von H. Neumann in Königsberg, bei dem um eine Achse drehbare Stahlscheiben von 80 mm Durchmesser über- und nebeneinander zwischen zwei Eisenplatten angeordnet sind; der Geldschrankpanzer von A. Schnelle in Altona, bei welchem zwischen Eisen- und Stahlschichten Stäbe aus Glas oder Porzellan, weichem Stahl und Hartguß regelmäßig miteinander wechseln; J. G. König in Berlin konstruierte einen Panzer mit Zahnklappen zum Festhalten der Diebeshand u. s. w. Alle diese Erfindungen haben sich nicht bewährt, und man verwendet jetzt fast ausschließlich Panzerplatten, welche durch Aufeinanderschweißen von hartem Stahl auf weiches Eisen gebildet werden (Abb. 1382); und zwar bestehen diese Platten für gute Schränke meistens aus fünf Schichten, drei weichen an den Außenflächen und in der Mitte, getrennt durch zwei harte Stahlschichten. Diese Compoundpanzerplatten werden von den Firmen Eicken & Co. in Hagen, P. Harkort & Sohn in Wettern und T. B. Knittel in Sheffield hergestellt, in einer Stärke von 5—10 und 15 mm. Da man diesen Panzerplatten außer durch die rohe Gewalt auch noch durch eine Stichflamme zu Leibe ging, um dieselben durchzuschmelzen,



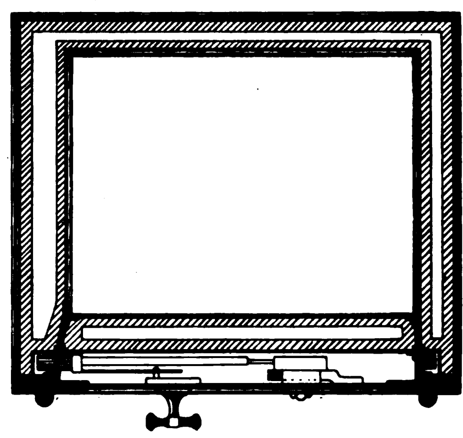
1381. Herstellung von Behältern für Geldschränke.



1382. Panzerplatten aus Stahl und Eisen.

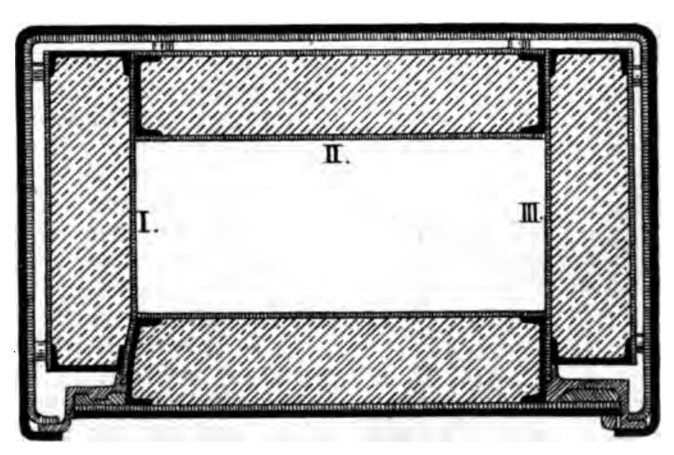
sollte man niemals bei großen Geldschränken Panzer unter 7 mm Stärke anwenden. Von einigen Fabrikanten wurden auch sogenannte chemische Panzerungen angewendet, indem zwischen die beiden glühenden Panzerplatten vor dem Aufeinanderwalzen Chemikalien gestreut wurden, deren Zusammensetzung Fabrikgeheimnis ist, wodurch in kaltem Zustande sich dann eine Schicht bildet, welche für die Stichflamme ganz und gar undurchdringlich ist.

Die bisher angeführten Konstruktionsmittel waren dazu bestimmt, die Einbruchssicherheit zu erhöhen; außerdem muß aber jeder Geldschrank feuersicher sein, was nur dadurch erreicht werden kann, daß der innere nutzbare Raum mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben wird. Schon aus dieser grundlegenden Thatsache wird hervorgehen, daß ein Geldschrank, welcher sehr stark in Eisen gebaut ist, nur in gewissem Sinne feuersicher sein kann, da Eisen ein guter Wärmeleiter ist. Allgemein wird man sagen können, daß die beiden wichtigsten Eigenschaften eines Geldschrankes, die Feuersicherheit und die Einbruchssicherheit, einander aufheben und es sich empfehlen wird, sich zweckmäßigerweise auf einer gewissen mittleren Linie zu bewegen.



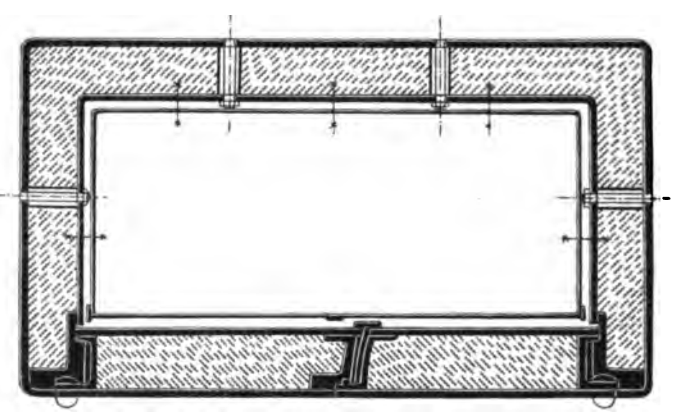
1383. Füllung mit Asbestzement.

Die Füllung eines Geldschrankes, bestehend in einem schlechten Wärmeleiter, hat den Zweck, den Raum zwischen dem äußeren und inneren Mantel einzunehmen und zu verhindern, daß bei einem ausbrechenden Feuer sich die Wärme bis nach dem inneren nutzbaren Raum des Schrankes fortpflanzt. Die Einführung der Füllung durch William Marr (S. 528) war es, welche den modernen Geldschrankbau eigentlich einleitete. Als Füllungsmaterial kann jeder schlechte Wärmeleiter verwendet werden, doch kommen hierbei nur eine kleine Anzahl von Stoffen in Frage, welche sich in drei Gruppen teilen lassen, nämlich staub- oder pulverförmige Füllungsmassen, feste und luftförmige, von denen die ersten am ausgebreitetsten sind. Als pulverförmige Füllungsmasse werden verwendet: Kreide, Holzasche, Infusorienerde, präparierte Sägespäne, Schlackenwolle u. s. w., entweder allein oder in Gemengen untereinander und mit anderen Stoffen. Viele Geldschrankfabrikanten behaupten, eine besondere Isoliermasse zu haben, und betrachten deren Zusammensetzung als Fabrikgeheimnis, doch besteht dieselbe der Hauptmenge nach aus den angeführten Stoffen. Da die pulverförmige Füllungsmasse im Laufe der Zeit zusammenschrumpft, „sich setzt“, entstehen Hohlräume, welche für die Feuersicherheit eines Schrankes nicht gerade förderlich sind; deshalb sind manche große Firmen zu den festen Füllungsmassen übergegangen. Stephan Sommermeyer in Aachen verwendet Kühlewein'schen Asbestzement, welcher plattenförmig ist und die inneren Wände des Geldschrankes (Abb. 1383) bedeckt; zwischen den Asbestzementplatten bleibt dann stets eine

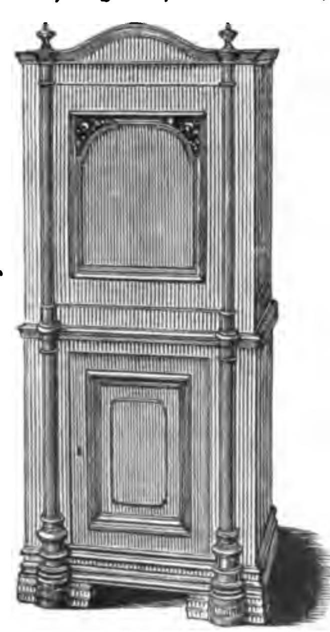


1384. Mantel von Rudolf Kager.

ruhende Luftschicht, welche den Schrank wirksam vor zu schnellem Erglühen schützt. In neuerer Zeit hat man auch den Füllungsraum mit einer flüssigen Zementart ausgefüllt, welche nach und nach zu einer festen Masse erstarrt und so die Einbruchssicherheit erhöht. Außerdem hat man auch das von Milner in London (s. S. 528) zuerst angewandte System der alkalischen Salze, welche bei der Erhitzung ihr Kristallwasser abgeben, auf die Zementmischung übertragen und eine Zementmasse hergestellt, welche Wasser in gebundener Form enthält; dieselbe ist vollständig trocken, gibt aber bei der Erhitzung das Wasser in flüssiger, nicht in Dampfform ab und verhindert so eine übermäßige Erwärmung des Inneren des Schrankes. Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, hat man dieselbe auch als Füllungsmaterial benutzt, ja man ist auch hier noch einen Schritt weitergegangen und hat in Amerika den Raum zwischen den beiden Mantelflächen ganz oder teilweise mit komprimierten tödlichen Gasen, z. B. Kohlensäure ausgefüllt, welche im Falle der Anbohrung durch einen Einbrecher diesem entgegenströmt und dessen Betäubung oder Tötung bewirkt.


1385. Brandkasten eines Geldschranks von J. Ostertag in Aalen.

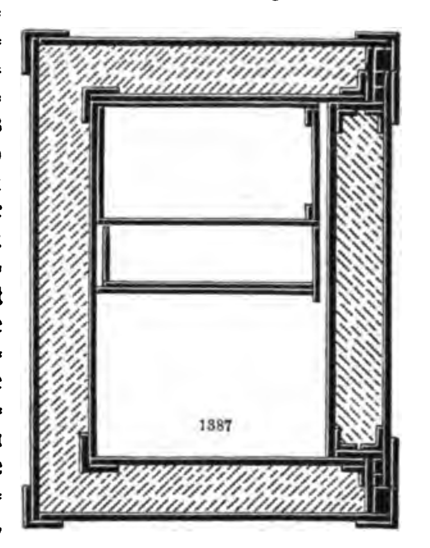
Die pulverförmige Füllungsmasse muß den Zwischenraum zwischen den beiden Mantelflächen vollständig ausfüllen, so daß keine Hohlräume entstehen; dies bietet gewisse Schwierigkeiten, weshalb meistens eine der äußeren Mantelflächen erst nach der Einbringung der Füllung durch Schrauben mit dem übrigen Mantel verbunden wird. Die dadurch entstehenden Schwierigkeiten zu umgehen, hat Rudolf Anger in Breslau veranlaßt, sich ein Verfahren gesetzlich schützen zu lassen, nach welchem in den fertiggestellten äußeren Mantel fünf aus [-Eisen und Blechen gebildete Kasten I, II und III (Fig. 1384) eingesetzt werden, welche vor ihrer Einbringung in den Schrank mit der pulverförmigen Füllmasse gefüllt worden sind, und zwar wird zuerst der Kasten für den Boden und die Decke, dann diejenigen für die beiden Seitenflächen und endlich zum Schluß der Kasten für die Rückwand eingesetzt.

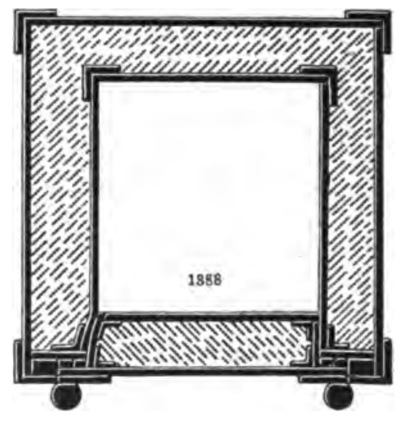

1386. Geldschrank mit Säulen.

Um die Feuersicherheit eines Geldschrankes noch mehr zu erhöhen, werden häufig sogenannte Brandkasten verwendet. In dem durch den inneren Mantel gebildeten hohlen Raum wird ein besonderer Kasten aus Blech von 3—5 mm Stärke hineingesetzt, so daß rund herum eine Luftschicht von 1—3 cm bleibt, wobei zu beachten ist, daß möglichst wenig metallische Berührung zwischen dem Brandkasten und dem inneren Geldschrankmantel notwendig wird. Bei den Schränken von Ostertag in Aalen (Abb. 1385) ist der Brandkasten durch Schrauben mit dem inneren Mantel verbunden, während andere Fabrikanten den Brandkasten in den Ecken auf kleine Eisenwürfel setzen. Zur Erhöhung der Feuersicherheit bekleidet die Firma Götz & Co. in Stuttgart den inneren nutzbaren Raum mit Holzsteinplatten, aus vegetabilischen und mineralischen Bestandteilen unter Anwendung eines sehr großen

Druckes hergestellt, während die Firma M. Fabian in Berlin imprägniertes Eichenholz verwendet. Stephan Sommermeyer & Co. in Aachen schützt außerdem das Innere des Geldschrankes durch eine bewegliche Thürplatte, welche mittels Federn an die innere feststehende Schrankwandung angedrückt wird und so den inneren Raum des Geldschrankes hermetisch abschließt.

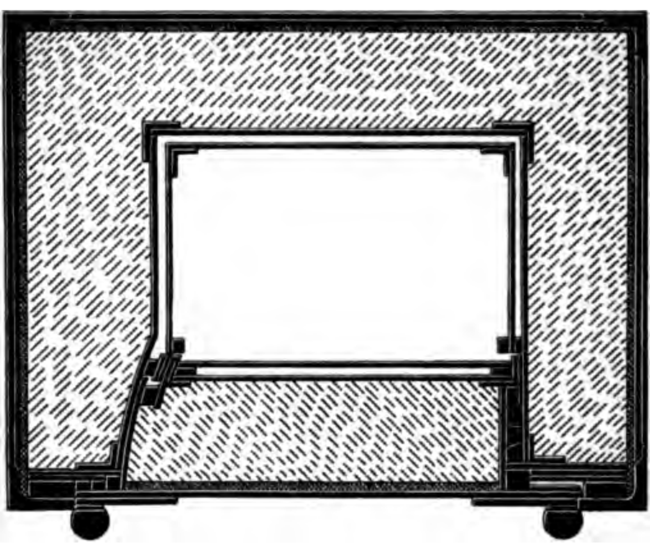
Von den sechs Umfassungswänden eines jeden Geldschrankes ist unter allen Umständen die **Thür** der schwächste Teil, weshalb deren Konstruktion die allergrößte Aufmerksamkeit zugewendet werden muß. Hier versuchten auch die amerikanischen Geldspindknacker zuerst dem Schrank beizukommen, nachdem die Bohrversuche mißglückt waren, indem dieselben Nitroglycerin in die feinsten Spalten des Geldschrankes hineinfließen ließen, dasselbe durch Zündschnur und Kupferhütchen zur Explosion brachten, um so den Spalt zu vergrößern und unter Anwendung immer neuer kräftigerer Ladungen endlich zum Ziele zu gelangen. Die Fugen mußten daher auf das möglichst kleinste Maß reduziert werden und möglichst klein sein, damit die Anwendung dieses Mittels, wie auch der fortgesetzten Eintreibung von Keilen unwirksam bleibt. Schwer wird es deshalb sein, die Thür von dem sogenannten Brustrahmen oder Thürrahmen zu trennen, welcher ja eigentlich zu dem Mantel des Schrankes gehört. In Bezug auf die Thürkonstruktion gibt es, abgesehen von einigen besonderen Konstruktionen, hauptsächlich drei Formen, nämlich 1) die alte Säulenkonstruktion, 2) die vertieftliegenden Thüren und 3) die ganz glatten Thüren. Von den besonderen Thürkonstruktionen wären bemerkenswert der Schiebethürverschluß von A. Fellinger in Berlin, bei welchem die Thür mittels einer Zahnstange und eines Getriebes in den unteren Teil des Schrankes versenkt wird; der sogenannte Tabernakelschrank von Franz Schörg jun. in München, die Sicherheitsthür von G. Basch und S. Basch in Buenos-Ayres, welche nicht nur drehbar, sondern auch verschiebbar eingerichtet ist u. s. w. Bei allen Geldschränken wird an dem Grundsatz festzuhalten sein, daß die Angel oder das Thürband einzig und allein die Bewegung der Thür vermitteln soll, niemals aber zur Sicherheit des Schrankes selbst beitragen darf. Bei den Geldschränken mit Säulen (Abb. 1386, 1387 u. 1388), welche von vielen Fabrikanten noch immer lieber angewendet werden, als die vertieft liegenden Thüren, liegt die Drehachse außerhalb der Thürebene, weshalb sich die Thür leicht um einen Winkel von 180° aufdrehen läßt. Der Thürrahmen wie auch der Thürumschweif werden gewöhnlich aus Winkel- und Flacheisen gebildet (Abb. 1388 und 1389). Um einen recht dichten Schluß zwischen Thür und Rahmen zu bewirken, verwendet man einen sogenannten Feuerfalz, bestehend aus zwei oder drei Eisenstäben, welche abwechselnd auf Thür und Rahmen befestigt sind, häufig aber aus einem Stück mit dem entsprechenden Rahmeneisen gewalzt werden. Um das Eindringen der Feuergase möglichst zu verhindern, baut man jetzt die Ränder der Geldschrankthüren treppenstufenförmig, so daß diese Stufen genau in entsprechende Vertiefungen des Thürrahmens hineinpassen. Statt diese Abstufungen rechtwinkelig zu machen, können dieselben auch konisch werden,



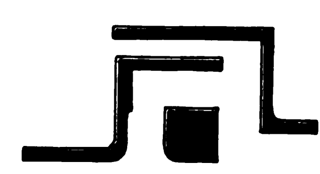


1387 u. 1388. Vertikal- und Horizontalschnitt durch einen Säulenschrank.

oder aber man bildet eine wellenförmig gekrümmte Fläche, welche in eine entsprechende Aussparung oder Vertiefung des Rahmens hineinpaßt. Wenn auch der Versuch gemacht worden ist, hier ein besonderes Dichtungsmittel zu verwenden, z. B. von O. P. Gabriel in Dresden, so muß doch daran festgehalten werden, diesen Rauch- oder Feuerfalz stets ganz blank zu erhalten, weshalb er auch nicht mit Ölfarbe gestrichen werden darf. Besondere Aufmerksamkeit hat die Firma Franz Leicher in München (Abb. 1389) der Konstruktion des Feuerfalzes gewidmet und diesen gleichzeitig an der Angelseite der Thür durch sogenannte Hinterfassungen benutzt, um ein Herausreißen der Thür unmöglich zu machen. Diese sogenannten „C“-Kassen haben nicht nur einen Brandkasten, sondern auch glatte Außenwände, trotzdem Winkeleisen verwendet worden sind. Die Winkeleisen haben eine doppelte Unterschneidung, wodurch eine wirksame Maskierung der Kanten erzielt wird. An der Seite der Thür, an welcher sich die Angel oder das Band befindet, wird es immer schwer sein, einen fest schließenden Feuerfalz zu erhalten, weshalb hier meistens ein schädlicher Raum zu finden ist, der auf ein möglichst geringes Maß beschränkt werden muß. In dieser Beziehung kann die von Ostertag in Aalen (Abb. 1385) angewandte Konstruktion unter Benutzung besonderer Rahmeneisen als eine sehr gelungene bezeichnet werden, um so mehr, als die sogenannten Hinterfassungen mit dem Umschweif und Thürrahmen in unmittelbare Verbindung gebracht worden sind. Die Geldschränke mit vertieftliegenden Thüren sind, soviel bekannt, zuerst von dem Geldschrankfabrikanten C. Ade in Stuttgart und Berlin eingeführt worden und bedürfen zu ihrem Baue besonderer Rahmeneisen (Abb. 1390). Die Thürebene liegt ca. 25 mm tiefer als der Brustrahmen, die Thürachse selbst aber, welche von dem Säuleneisen aufgenommen wird, liegt ca. 15 mm tiefer, weshalb diese Thür nicht um einen Winkel von 180° herumgedreht werden kann. Auf diesen Umstand wird bei der Konstruktion der modernen Geldschränke besonders Rücksicht genommen, weil der Zugang zu dem nutzbaren Raum des Schrankes wesentlich verschmälert wird, wenn die Schrankthür nicht ganz herumgeht; bei den Schränken mit vertieftliegenden Thüren ist dies, wie gesagt, zwar nicht der Fall, aber das Fehlen an einem gestreckten Winkel ist so gering, daß man fast vollständig davon absehen kann. Die Adeschen Geldschränke (Abb. 1391) sind besonders stark gebaut, und bei denselben wird das oben (S. 531) erwähnte patentierte Verfahren angewendet. Der Thürrahmen oder Frehm ist aus einem über die Ecken gebogenen, geschweißten und gehärteten Panzerstahl hergestellt, während die Thürkanten, d. h. der Feuerfalz, eingeschliffen und gehärtet sind. Die Umfassungswände zeigen bei der Marke Pelops eine Eisenstärke von 35 mm, die Thür aber eine Stärke von 52 mm. Zu der dritten Art der Thürkonstruktion, den sogenannten ganz glatten Schränken, rechnet man auch jene, welche oben und unten je eine sogen. Eierangel zeigen, welche als Halbcylinder



1389. Thürrahmen.



1390. Konstruktion des Feuerfalzes.

von 30—40 mm Durchmesser und 80—100 mm Länge aus der Thürebene heraustreten, obwohl diese nicht ganz glatt sind. Hierher gehört auch das Spurlager für Geldschränke der Firma C. Ade in Berlin, welches mit dem Brustrahmen der Thür aus einem Stück besteht, wie auch das Geldschrankthürgelenk von A. Pülm in Hamburg, bei welchem die Löcher für die die Thürzapfen enthaltenden Konsolen (auch für Säulenkonstruktion verwendbar) mittels Schraubenbolzen befestigt werden, deren Köpfe von der Rückwand aus durch die von der letzteren bis zur Vorderwand durch die Isoliermasse der Seitenwände geführten Rohre zugänglich sind, mithin eine bequeme Nachstellung zulassen. Erst in jüngster Zeit ist es gelungen, Thürkonstruktionen zu erfinden, welche keinerlei Erhöhungen infolge der Thürangeln und -bänder zeigen; es sind dies 1) die Geldschrank- und Panzerthüren mit nachstellbaren Laufzapfen von S. J. Arnheim in Berlin, deren Laufzapfen in dem Rahmen angepaßten, in den Ausschnitten desselben geführten Schiebern sitzen, zu dem Zweck, nach Lösen der Befestigungsmittel der letzteren die Thür zusammen mit dem Schieber herauszuziehen und den Laufzapfen nachstellen zu können, und 2) die Thürgelenke für Geldschränke der Aktiengesellschaft für Geldschrank-, Tresorbau und Eisen-Konstruktion „Panzer“, vormals M. Fabian in Berlin N. mit an der Innenseite der Thür liegender Drehsäule, dadurch gekennzeichnet, daß die letzere aus 3 Vertikalplatten besteht, von denen die beiden äußeren mittels schwalbenschwanzförmigen Leisten in entsprechende Nuten der Innenseite der Thür eingreifen, während die aus zwei Teilen bestehende mittlere Platte mit dem Thürzapfen versehen ist, um behufs Ersatzes eines ausgelaufenen Zapfens statt der ganzen Drehsäule nur einen Teil der mittleren Platte auswechseln zu müssen. Bei dieser Konstruktion (Abb. 1392) wird die Trennungsfuge der Angelseite der Thür von der Vorderseite derselben nach der Seitenfläche verlegt, und der Schrank zeigt keinerlei Erhöhungen, wenn man von den nur als Verzierung dienenden Leisten absieht. In allerneuester Zeit hat diese Firma eine ganz neue Konstruktion nach amerikanischem Vorbilde unter dem Namen „Ideal“ in den Handel gebracht (Fig. 1393), bei welcher der Umschweif der Thür und dementsprechend auch der Thürrahmen treppenförmig gestaltet ist, wodurch nicht nur ein sehr wirksamer Feuerfalz geschaffen worden ist, sondern auch das Eintreiben von Stahlkeilen und Einblasen von Nitroglycerin behufs Sprengung des Schrankes unmöglich gemacht wird. Die nach diesen Grundsätzen gebauten Geldschränke gehören zu den besten, welche überhaupt in den Handel gebracht werden. Erwähnt sollen hier noch die von S. J. Arnheim in Berlin angefertigten zerlegbaren Kassenschränke werden, welche, wie die meisten amerikanischen Schränke, auf 4 starken eisernen Transporträdern montiert

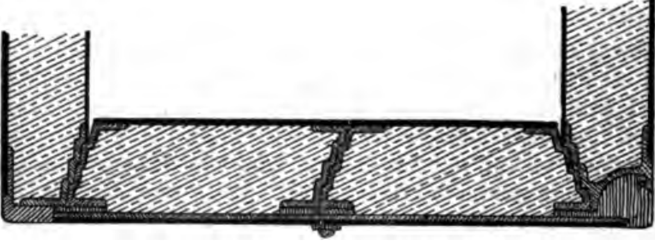


1391. Geldschrank von Carl Ade in Berlin.

sind und in Teile zerlegt werden können, die einzeln einer Traglast von nicht über 50 kg entsprechen. An der Verwendungsstelle können die einzelnen Teile nach einer besonderen Vorschrift ohne Schwierigkeit zusammengesetzt werden, ohne trotzdem an ihrer Einbruchssicherheit etwas eingebüßt zu haben. Je nach der Größe des Schrankes wird die Thür ein- oder zweiflügelig gebaut, wobei zu bemerken ist, daß im allgemeinen zweiflügelige Geldschränke als weniger sicher gelten als einflügelige. Besonders muß bei den Doppelthüren darauf geachtet werden, daß der erste Flügel, welcher das Schloß nicht enthält, gewöhnlich der linke, vollständig sicher gestellt und geschlossen sein muß, bevor bei dem zweiten, dem rechten Flügel das Schloß in Wirksamkeit kommen kann. Es sind zu diesem Zwecke eine Anzahl Konstruktionen erfunden worden, welche ein Schließen des Schlosses erst dann möglich machen oder zulassen, wenn der erste Thürflügel durch ein eigenes Riegelwerk sichergestellt ist. Selbstverständlich müssen für beide Flügel die oben angeführten Grundsätze in Bezug auf den Feuerfalz und den Thürfrehm berücksichtigt werden. Bei jeder gut konstruierten Thür müssen die vordere Seite des Umschweifes, wie auch die entsprechende Seite des Thürrahmens nach einem Kreisbogen gekrümmt sein, dessen Mittelpunkt in der Drehachse der Thür liegt und dessen Halbmesser der Größe der Thür entspricht. Ist dies nicht der Fall, so entsteht ein schädlicher Raum, und die Einbrecher können verhältnismäßig leicht mittels Keile in den Schrank eindringen. Wird ein zwischen Thür und Rahmen an der Vorderseite hingehaltenes Blatt Papier beim Schließen der Thür abgeschnitten, so wird man die Konstruktion als gut bezeichnen können. Der Umschweif der Thür, wie auch der Frehm oder Thürrahmen werden von den verschiedenen Fabrikanten entweder aus Flach- oder Winkeleisen hergestellt, oder aber es werden besondere Rahmeneisen benutzt, welche teils für alle freigegeben oder gesetzlich geschützt sind. Zweckmäßig wird es in diesem Falle sein, die Stufen für die Feuerfälze gleich aus einem Stück mit diesem Façoneisen herzustellen. Die größte Auswahl für derartige Geldschrankeisen führt unter allen Umständen das Façoneisen-Walzwerk von L. Mannstaedt & Co. zu Kalk bei Köln.



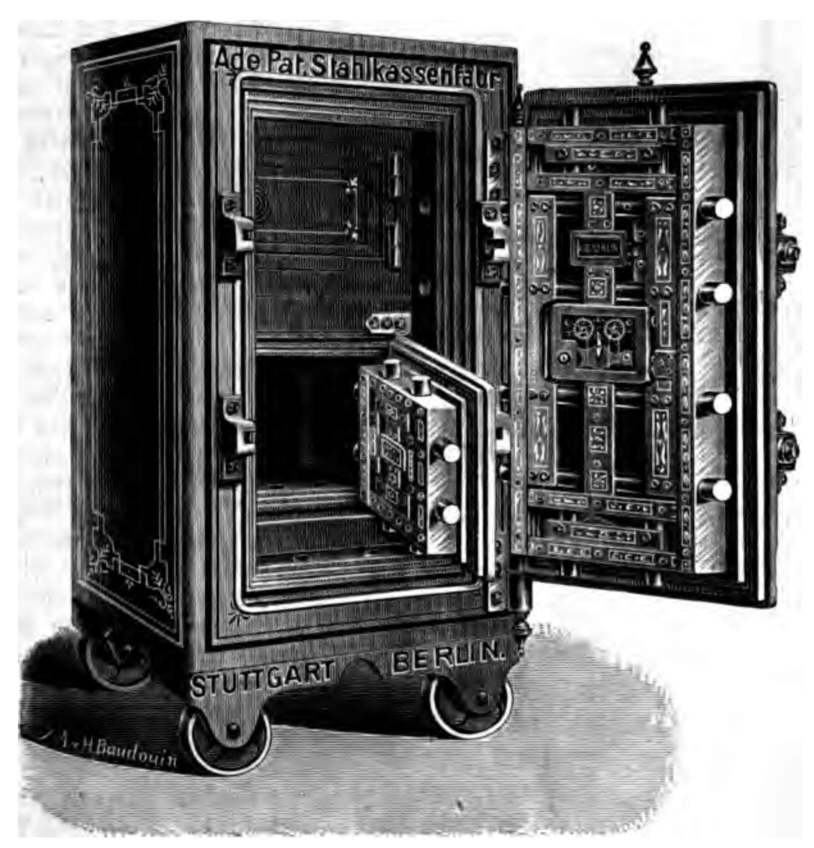
1892. Geldschrank von M. Fabian in Berlin.



1893. Thürkonstruktion „Ideal“.

Das Schloß eines Geldschrankes ist dessen schwächste Stelle, weil durch das wenn auch noch so kleine Schlüsselloch stets dem Einbrecher ein Angriffspunkt geboten ist, um sich Eingang nach dem Inneren des Schrankes zu verschaffen. Die modernen „Geldspindknacker“ blasen nämlich durch das Schlüsselloch stundenlang Sprengpulver in die Hohlräume, die das

Schloß und der Schrank durch dasselbe bieten. Ist die genügende Ladung zugeführt, so wird der Schrank mit Stricken und Gurten fest umwunden, um ein Auseinanderbersten zu verhindern, mit Decken umhüllt, um den Schall zu dämpfen, und endlich durch eine Zündschnur das Pulver zur Explosion gebracht. Gewöhnlich war dann das Schloß so weit zerstört, daß in kurzer Zeit das Innere des Schrankes offen dalag. Aus diesem Grunde bemühten sich die Fabrikanten diebessicherer Geldschränke, das Schlüsselloch möglichst klein zu machen, die Hohlräume im Schlosse selbst auf das geringste Maß zu bringen und das Hauptschlüsselloch durch ein besonderes Schloß zu verschließen, beziehungsweise in neuester Zeit Schlösser ganz ohne Schlüssel zu bauen. Da bei jedem Schloß der Schlüssel nicht nur



1894. Geldschrank mit Brießchloß.

die Aufgabe hat, die Zuhaltungen einzustellen, sondern auch die Riegel in Bewegung zu setzen, so wird es klar sein, daß ein kleiner Schlüssel kaum imstande sein kann, auf das kräftige, schwere Riegelwerk eines Geldschrankes einzuwirken. Bei den meisten modernen Geldschrankschlössern wird daher der Schlüssel nur dazu verwendet, die Zuhaltungen einzustellen; das Riegelwerk selbst, welches den Verschluß des Schrankes bewirkt, wird jedoch durch einen besonderen Drehgriff bewegt. Bei Geldschränken für Banken, Behörden und andere öffentliche Institute begnügt man sich nun nicht mit einem Schlosse, sondern es werden zwei, drei oder mehrere Schlösser angebracht (S. 521), welche entweder unabhängig voneinander auf das Riegelwerk oder einen Teil desselben wirken oder aber in solcher Beziehung zu einander stehen, daß die Benutzung der Schlösser nur in einer gewissen Reihenfolge geschehen kann, weil das erste Schloß auf das Schlüsselloch oder die Zuhaltungen des zweiten u. s. w. einwirkt. Die Schlüssel zu diesen verschiedenen Schlössern befinden sich immer in verschiedenen Händen, so daß ein Öffnen des Schrankes nur dann statt-

die Tabernakelkassen von Franz Schörg jun. in München, oder die Kassenschränke mit drehbarem Mantel von E. Petit in St. Denis u. s. w., bis jetzt noch immer die rechtwinkelig parallelepipedische Form, wenn der Schrank nicht nebenbei noch als Ziermöbel dienen soll und eine dementsprechende Umkleidung erhält. In einem solchen Falle handelt es sich dann gewöhnlich um verhältnismäßig schwache Schränke für kleinere Wertvorräte; man schließt sich dann meistens an die landläufige Möbelform an und stellt den eigentlichen Geldschrank in ein Holzmöbel von der entsprechenden Größe hinein. In dieser Beziehung findet man Stehpulte, Schreibtische, Nacht- und Waschtische, Pfeiler- und Salonschränke u. s. w. Zu bedenken hat man dabei aber, daß die Feuersicherheit des Schrankes dadurch vermindert werden muß, da der eiserne Mantel außen mit einem leicht brennbaren Material, wie es das Holz ist, unmittelbar umgeben wird, was dem Grundgedanken bei der Konstruktion eines feuersicheren Schrankes, denselben mit schlechten Wärmeleitern zu umgeben, gerade zuwiderläuft. Doch nicht nur die Geldschränke für den Privatmann erhalten durch Nachahmung der Möbelform ein gefälliges Aussehen, auch die Schränke für die Banken und Behörden werden vielfach verziert, ohne Benützung des Holzes, besonders seitdem das Façoneisenwalzwerk von L. Mannstaedt & Co. in Kalk bei Köln eine so reiche Auswahl schöner Formen aus Eisen bietet. Ein Gang durch die neuen und neuesten Industrie- und Gewerbeausstellungen hat uns belehrt, daß auch die Geldschrankfabrikanten es wohl verstanden haben, das Nützliche mit dem Schönen zweckentsprechend zu verbinden. Nicht nur eine geeignete Profilierung am Sockel, bei der Bekrönung und an den Seitenflächen, welche selbstverständlich nichts mit der Sicherheit des Schrankes zu thun hat, wird angewendet, sondern auch der Anstrich wird entsprechend gewählt und die großen Flächen, mit Bildern, Figuren oder Ornamenten (Fig. 1397) versehen, wenn man es nicht vorzieht, die sich immer mehr Eingang verschaffende Ätzung zu benutzen. Diese Schränke sind dann auch häufig auf Rollen so montiert, daß man diese gar nicht sehen kann, indem die Sockelverzierung, die Räder fast ganz verdeckend, bis dicht auf den Fußboden reicht. Hier soll auch noch erwähnt werden, daß man Geldschränke für ganz besondere Zwecke unter Einhaltung dem entsprechenden Formen gebaut hat, so u. a. Schränke für Eisenbahnwagen, um die Post zu sichern, welche Einrichtung besonders für die überseeischen Länder von Bedeutung ist, in denen die Eisenbahnzüge auch heute noch bei ihren Fahrten durch unbewohnte Gegenden ausgeraubt werden.

1398. Französischer Geldschrank.

Die französischen Geldschränke sind im allgemeinen wesentlich leichter gebaut, als die englischen und amerikanischen, wie auch deutschen Kassen, sie zeichnen sich jedoch durch eine gefällige Form aus. Größtenteils erhalten dieselben einen Untersatz (Abb. 1398), welcher unmittelbar mit dem eigentlichen Schrank in Verbindung gebracht ist, häufig allerdings nur einen äußeren und keinen inneren Mantel erhält, was nicht gerade als Vorteil bezeichnet werden kann. Zur Konstruktion werden meistens besondere Rahmeneisen genommen und der Mantel aus einem Stück über die Ecken gebogen. Als Füllungsmaterial werden in Frankreich häufig imprägnierte Sägespäne verwendet. Verschieden von den übrigen Geldschränken ist die Konstruktion des Riegelwerkes, welches an der inneren Seite der Thür liegt und durch Vermittelung von Winkelhebeln die gemeinschaftliche Bewegung der einzelnen Riegel bewirkt. Die innere Einrichtung der französischen Geldschränke ist dem Zweck entsprechend auch eine verschiedene und unterscheidet sich nicht wesentlich von den einheimischen Kassen. Bemerkenswert ist bei den französischen Schränken die Benützung der Thürangel welche eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Schippenband hat und so angeordnet ist, daß der Drehpunkt im Inneren des Schrankes liegt.



1399. Geldschrank-Konstruktion von Frz. Bauer und Söhne in Zürich.

Die österreichischen Geldschränke unterscheiden sich wenig von den deutschen, nur wären besonders die feuersicheren Patentholzschränke von R. Tanczos in Wien IX zu erwähnen, bei welchen der innere Raum von dem äußeren Mantel durch imprägnierte Holzschichten getrennt ist, wodurch nicht nur eine wesentliche Gewichtsersparung bewirkt wird, sondern auch der innere Raum verhältnismäßig größer wird.



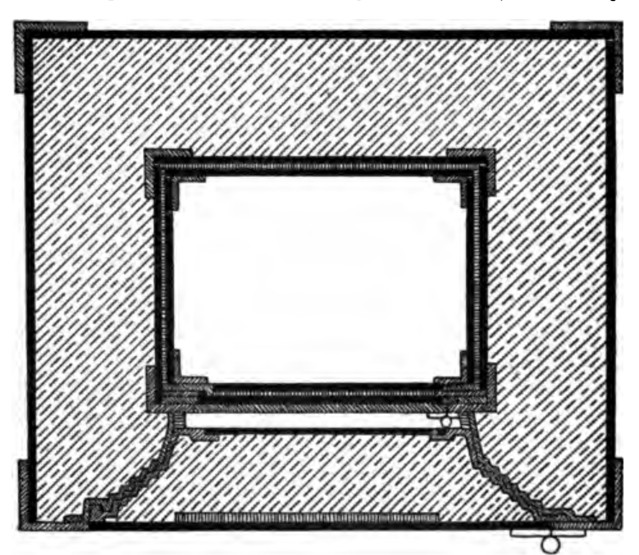
1400. Englischer Geldschrank von Chubbs.

Der Geldschrankbau in den übrigen Ländern des europäischen Festlandes hat, soweit bekannt geworden ist, nicht viel wesentlich Neues gebracht, sondern hat sich an die oben beschriebenen Formen mehr oder weniger angelehnt. Die Geldschrankbauanstalt von Frz. Bauer & Söhne in Zürich hat eine in der Schweiz gesetzlich geschützte Konstruktion erfunden, bei welcher besondere Rahmeneisen (Abb. 1399) benützt werden, die unter Hinzuziehung eines ⊏-Eisens einen zweckentsprechenden Feuerfalz bilden. Zur Erhöhung des luftdichten Verschlusses erhält die Nut des kleinen Façoneisens A eine weiche unveränderliche Dichtungseinlage, deren Zusammensetzung Fabrikgeheimnis ist. Zu erwähnen wären noch die Geldschränke der Firma Iwan Burdjeff in

Plewna, welche auch besondere Formeisen zur Bildung des Thürrahmens benutzt, die in dem Façoneisenwalzwerk von L. Mannstaedt & Co. in Kalk bei Köln ebenso hergestellt werden, wie alle bisher verwandten Geldschrankeisen.

1401. Englischer Geldschrank von Hobbs & Co.

Die englischen Geldschränke sind ebenso wie die **amerikanischen** besonders stark gebaut, weil es in diesen Ländern der geschäftliche Verkehr mit sich bringt, daß die Geschäftsräume regelmäßig 36 bis 48 Stunden (Sonnabend und Sonntag) ganz ohne Aufsicht sind und die Einbrecher während dieser Zeit ungestört ihr lichtscheues Unternehmen ausführen können. Der Mantel ist fast immer glatt, die Thür liegt bündig mit der Vorderfläche und zeigt häufig nur eine kleine halbcylindrische Erhöhung, welche den Zapfen aufnimmt, der in halbkreisförmigen Erweiterungen (Abb. 1400) der Boden- und Deckplatte seine Führung erhält. Der Mantel wird durch einen Panzer geschützt, welcher aus fünf Schichten, drei von Eisen und zwei von Stahl, besteht und bei großen Schränken eine gesamte Eisenstärke bis zu 120 mm zeigt. Die meisten englischen Schränke erhalten keinen besonderen Feuerfalz, dagegen wird der Thürumschweif und dementsprechend der Thürrahmen „ ∽ "-förmig gebogen, um so ein Eindringen der Keile möglichst zu verhindern. Die Firma Chubb und Sohn in London verwendet schon seit langer Zeit die sogenannten Diagonalriegel (Abb. 1400), während die Firma Hobbs, Hart & Co. in London (Abb. 1401) die sonst nur an der einen vorderen Seite angebrachten Hakenriegel an allen vier Seiten der Thür anordnet und so ein Herausreißen der Thür fast unmöglich macht. Die Schränke von Millner in London zeigen insofern eine Eigentümlichkeit, als die starken Patentschränke durch zwei warm aufgezogene geschweißte Ringe verstärkt werden und der Umschweif der Thür mit schwalbenschwanzförmigen Erhöhungen versehen ist, die sich in entsprechende Vertiefungen des Thürrahmens hineinlegen, wo-

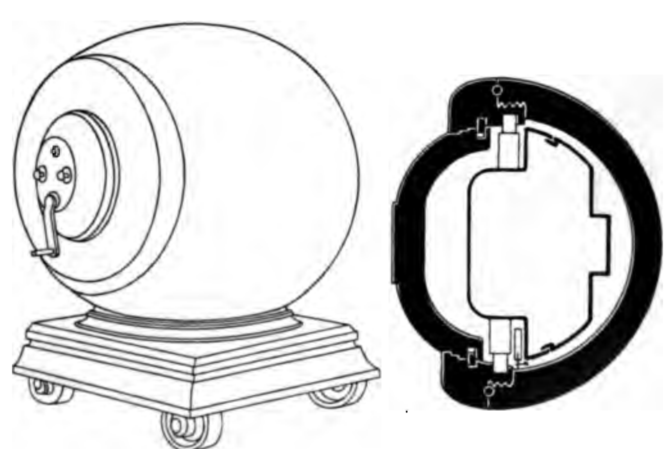


1402. Mantel eines Geldschranks von J. M. Mosmann in New York.

durch die glatte Fläche der Thürkante im Inneren unterbrochen und die Einführung von Nitroglycerin hier erschwert wird, wie bei dem „∽“-förmigen Umschweif von Chubb. Die amerikanischen Schränke zeichnen sich durch besonders schweren und kräftigen Bau aus und erhalten jetzt meistens einen treppenförmigen Thürumschweif. Zu den stärksten Schränken gehören die von der Firma J. M. Moßmann in New York hergestellten, bei welchen der innere Mantel (Abb. 1402) aus mehreren Eisen- und Panzerplatten gebildet wird, wodurch bewirkt wird, daß dieser innere Mantel auch durch die Isolierschichte nicht nur vor der Wärme, sondern auch vor den Werkzeugen des Einbrechers geschützt wird. Die Geldschränke der Firma Marvie Safe Company in New York zeigen außer dem treppenförmigen Umschweif zahnartige Abstufungen, wodurch ein noch sichererer Verschluß bewirkt wird. Das Riegelwerk der amerikanischen Schränke ist besonders stark und wird daher gewöhnlich in das Innere des Schrankes auf die innere Thürfläche verlegt und durch ein kräftiges Handrad bewegt. Um ein bequemes Herumschlagen der Thür zu ermöglichen und diese gewissermaßen in ihrem Schwerpunkt zu unterstützen, werden bei den allerneuesten amerikanischen Schränken sogenannte Doppelgehänge (Abb. 1403) angewendet, mit deren Hilfe die Thür schließlich winkelrecht zur Thürebene in den Rahmen hineingedrückt wird. Erwähnt soll noch das Corlißsystem werden, welches eine von der gewöhnlichen Form abweichende Kasse zeigt (Abb. 1404), indem dieselbe cylindrisch ist und aus zwei ineinander drehbaren Schalen besteht, so daß man in den inneren Raum der kleineren Schale erst dann gelangen kann, wenn dieselbe um eine vertikale Achse, um einen Winkel von 180° gedreht worden ist, so daß die vordere Seite nach hinten und die hintere nach vorn gekommen ist; nun ist, durch eine gewöhnliche Thür verschlossen, der nutzbare Raum des Geldschrankes leicht zugänglich. Diese Kasse zeigt, obwohl in Amerika patentiert, eine gewisse, nicht zu verkennende Ähnlichkeit in dem Grundgedanken der Konstruktion mit dem Tabernakelsystem von Schörg in München.



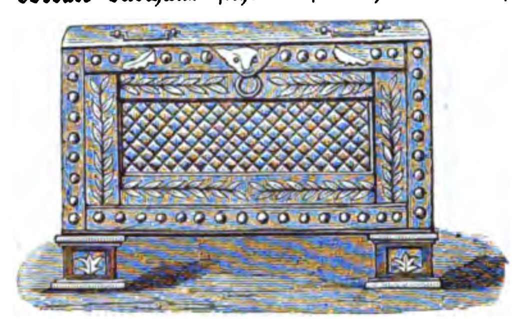
1403. Amerikanischer Geldschrank mit Doppelgehänge.



1404. Corlißschrank.

Der **Preis** der Geldschränke ist selbstverständlich, der Größe und Genauigkeit der Arbeit entsprechend, ein sehr verschiedener. Nirgends ist es aber unpraktischer, sich mit

einer minderwertigen Konstruktion zu begnügen, als hier, wo doch so große Wertvorräte durchaus sicher aufbewahrt werden sollen. Sieht man von den ganz großen Schränken für außergewöhnliche Verhältnisse ab, so wird man im allgemeinen sagen können, daß unter der Voraussetzung guter und solider Arbeit, sowie von Verwendung guter Panzer, das Kilo fertige Arbeit mit 1 Mark gerechnet werden kann.

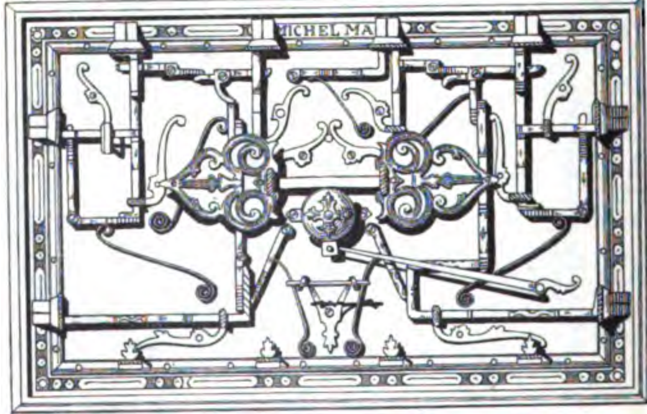


1405. Schmuckkästchen aus Pompeji.

Die Schmuckkästchen und Geldkassetten der früheren Zeiten sind in gewissem Sinne auch zu den Geldschränken zu rechnen, wenn dieselben auch nicht imstande sind, den neuzeitlichen Ansprüchen zu genügen. Schon bei den Römern spielten diese Schmuckkästchen aus Eisen eine große Rolle: die Abb. 1405 zeigt einen in Pompeji gefundenen Schmuckkasten. Doch nicht nur im Altertum, auch im Mittelalter und in der Neuzeit hat man diesem Zweige des Kunstgewerbes eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In den Museen und Kunstsammlungen finden sich solche Schmuckkästchen aus Eisen aus dem Zeitalter der Gotik, wie auch der Renaissance, und hier ist besonders Michael Mann aus Nürnberg berühmt geworden durch seine „Mannkästchen“ (Abb. 1406 und 1407) aus Messing, welche nicht nur in dem Deckel ein sehr zierliches Schloß mit vielen Riegeln zeigen, sondern deren Seitenflächen außen und innen durch schöne eingravierte Figuren oder Bilder, meistens aus der heiligen Geschichte, geziert sind. Und als dann im 17. Jahrhundert die Gewinnung und Verarbeitung des Gußeisens sich immer mehr ausgebreitet und vervollkommnet hatte, benutzte man auch dieses Material (Abb. 1408) zur Herstellung von Schmuckkästchen, und hierin haben sich besonders einige Gießereien am Harze hervorgethan. Die modernen Geldkassetten oder Schmuckkästchen werden gewöhnlich in zwei Formen in den Handel gebracht, nämlich als sogenannte Rahmenkassetten mit überstehendem Deckel und Kassetten



1406. Seitenansicht.



1407. Deckel, Innenseite.

1406 u. 1407. Schmuckkästchen von Michael Mann in Nürnberg.

mit vertieft liegendem Deckel, wobei im allgemeinen zu bemerken ist, daß die mit überstehendem Deckel meistens schöner in der Form sind. Da es sich bei diesen Kassetten doch nur um eine ganz beschränkte Sicherheit sowohl in Bezug auf Einbruch, als auch auf Feuersgefahr handelt, verzichtet man gewöhnlich darauf, doppelte Wände zu machen und eine isolierende Füllung zu verwenden. Trotzdem empfiehlt es sich, mit der Blechstärke auch bei ganz kleinen und schwachen Kassetten nicht unter 2 mm herunterzugehen. Um diese Kassetten, welche von einem Einbrecher ja sehr leicht mitgenommen werden können, doch etwas zu sichern, werden dieselben durch den Boden hindurch auf ihrer Unterlage festgeschraubt, wodurch dann allerdings dem unberechtigten Mitnehmen Hindernisse entgegengebracht werden, welche aber auch dem rechtmäßigen Besitzer erwachsen, wenn derselbe im Falle einer Feuersgefahr seine Geldkassette schnell in Sicherheit bringen will. Mit dem Aufblühen des Kunstgewerbes in neuerer Zeit trat auch für diesen Industriezweig ein Wandel ein, und man war bestrebt, die besonders für Schmucksachen der reichen Frauen bestimmten Schmuckkästchen (Abb. 1409) zu wirklichen Ziergegenständen zu gestalten. Auch hier hat man das Ätzen, Tauschieren, Polieren u. s. w. mit Erfolg verwendet, so daß mit dem Interesse und Verständnis für schöne Formen der Absatz dieses Artikels wachsen konnte, da ja auch die Kaufkraft jedes einzelnen immer mehr zunahm. Der Preis dieser Kassetten ist je nach der Ausführung und der Größe ein sehr verschiedener und läßt sich hier nicht gut ein Vergleich mit dem Gewicht anstellen.

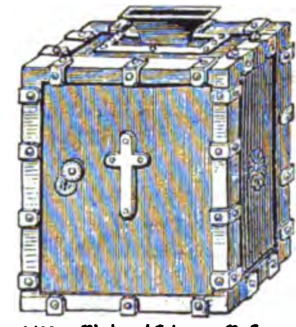


1408. Gußeisernes Kästchen. (17. Jahrh.) Imitation der Stolbergschen Faktorei in Ilsenburg.

In gewisser Beziehung gehören die Opferstöcke und Sammelkassen für Kirchen (Abb. 1410) auch hierher. Die äußere Ausstattung wird dem Zweck entsprechend eine einfache sein, und dieselben haben alle eine schlitzförmige Öffnung zum Hineinwerfen der Geldstücke. Diese Opferstöcke werden entweder freistehend angeordnet oder eingemauert; im ersten Fall muß für eine genügende Verbindung mit dem Boden oder der Unterlage gesorgt werden, so daß eine vollständige unberechtigte Entfernung des ganzen Opferstockes unmöglich wird. Wenn auch im allgemeinen bei den Opferstöcken zunächst die Einbruchsicherheit in Frage kommt, so darf man auch die Feuersicherheit nicht vollständig aus den Augen verlieren, wie ja der jüngste Brand der Kreuzkirche in Dresden im Jahre 1897 zur Genüge bewiesen hat.



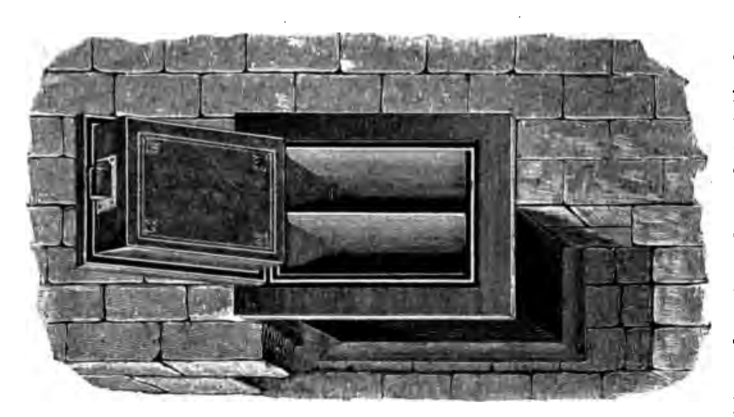
1409. Modernes Schmuckkästchen.



1410. Einbruchsicherer Opferschrank für Kirchen von Carl Ade in Berlin.

Gemauerte Tresoranlagen oder Stahlkammern.

Diejenigen Räume, welche zur Aufbewahrung ganz großer Wertvorräte, die sich auf viele Millionen, ja Milliarden belaufen, dienen sollen, können durch einen wenn auch noch so stark gebauten Geldschrank allein nicht wirksam geschützt werden, denn hier wird man unbedingt fordern müssen, daß nach menschlicher Berechnung nicht nur die Zerstörung durch ein Feuer, sondern auch durch einen gewaltsamen Einbruch mit Einschluß der Zerstörung durch Bomben u. s. w. vollständig ausgeschlossen erscheint. Gleichen Schritt mit der Entwickelung des Geldschrankbaues hat die moderne Einbruchstechnik gehalten. Es hat sich eine vaterlandslose Zunft gebildet, die das Einbrechen zu einer Wissenschaft ausgebildet hat, welche Mechanik und Physik, Chemie und Elektrizität in ihren Dienst genommen hat, um ihr unheimliches Gewerbe zu treiben. Dort, wo rohe Gewalt nichts nützte, dort, wo das Innere des Schrankes scheinbar sicher geschützt war, dort, wo Eisen in unheimlicher Stärke verwendet wurde, überall wußten diese „Gentlemen“ unter den Verbrechern ihr Ziel doch zu erreichen. Diesem Umstande gegenüber konnten sich die Banken und öffentlichen Behörden nicht mehr abwartend verhalten, sondern sie mußten Sorge tragen, daß hier Wandel geschafft wurde, daß das ihnen anvertraute Vermögen auch wirksam geschützt war, und da war der Weg, der beschritten werden mußte, ja durch die Geschichte vorgezeichnet. So wie die Ägypter in ihren mächtigen Pyramiden das Wertvollste, das sie besaßen, die Leichen ihrer Vorfahren, durch mächtige Steinbauten schützten, ebenso mußten auch die modernen Baumeister vorgehen, und der Eisenarbeiter mußte dem Steinarbeiter die Hand reichen, um ein Werk zu schaffen, das allen Anforderungen des Verkehrs und Handels, aber auch der Sicherheit gegen die wissenschaftlichen Einbrecher standhielt.

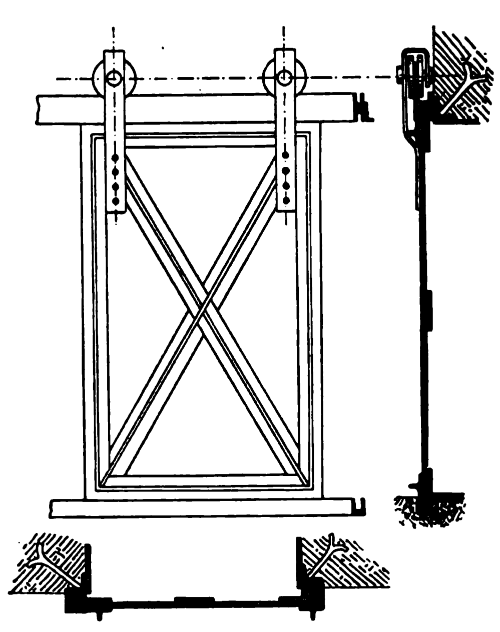


1411. Einmauerschrank.

Der erste Schritt, welcher in dieser Beziehung gethan wurde, bestand in den sogenannten Einmauerschränken (Abb. 1411), welche zunächst einfache Wände mit vorspringenden Rändern erhielten und mit Zement in die starke Mauer eingefügt wurden. Die Thüren dieser Einmauerschränke wurden ebenso wie die Geldschrankthüren konstruiert. Bald kam man dahin, zu diesem Zweck kräftige Stahlplatten zu verwenden oder wie bei den Geldschränken doppelte Mantelflächen zu benutzen und den Raum zwischen denselben durch eine Isoliermasse auszufüllen. Selbstverständlich muß für eine möglichst solide und kräftige Verbindung zwischen dem Einsatzkasten und der umschließenden Mauer gesorgt werden. Da im allgemeinen diese Einsatzschränke nicht sehr groß sind, ging man bald dazu über, einen nach den oben angegebenen Grundsätzen gebauten Geldschrank direkt zu verwenden, und denselben in eine besondere Mauernische hineinzuschieben, welche an ihrer vorderen Seite durch eine starke Eisenthür abgeschlossen wurde. Der Boden und die Decke dieser Mauernische, welche stark in Zement aufgeführt sein muß, werden zweckentsprechend zwischen eisernen Trägern gewölbt. Um ganz sicher zu gehen, wird man, wie in Amerika, vom Gebäudefundament an bis zum Boden des Geldschrankes einen massiven Mauerblock aufführen und darauf den Schrank stellen. Diese Untermauerung wird jedenfalls mehr zu empfehlen sein, als das im Jahre 1865 Kjellberg in London patentierte Verfahren, darin bestehend, daß unter dem an Stricken aufgehängten Geldschrank

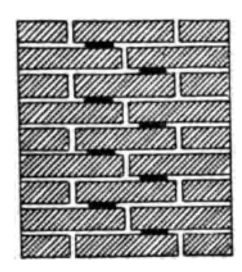
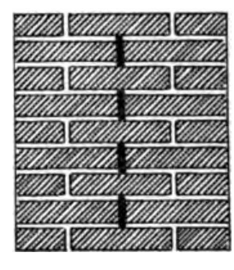
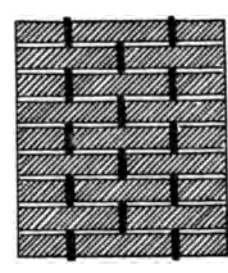
ein eiserner Kasten entsprechend größer, als die Kasse selbst, aufgestellt wurde und nach einem Abbrennen der Stricke bei einem Feuer der Schrank in diesem Kasten verschwand, der sich automatisch durch einen Deckel schloß. Ebensowenig vorteilhaft war der Vorschlag von Köster in Lübeck, nach dem der wasserdichte Geldschrank im Falle einer Feuersgefahr in einen unter demselben befindlichen Wasserbehälter gelassen werden sollte. Derartig eingemauerte oder in Nischen aufgestellte Schränke sind am zweckmäßigsten mit einer isolierenden Luftschicht umgeben, und die Maueröffnung ist durch eine nach den Grundsätzen des Geldschrankbaues konstruierte Thür aus Eisen mit Isolierung verschlossen. Diese Blechthüren erhalten am zweckmäßigsten einen durch besonders gewalzte Façoneisen hergestellten Rahmen, der mit einem entsprechend starken Blech ausgefüllt wird, oder aber man verwendet die auch im gewöhnlichen Wohnhausbau immer mehr Eingang findenden Schiebethüren (Fig. 1412), welche an der inneren Seite eine Versteifung durch ⊥-Eisen erhält. Der innige Schluß an der Mauer wird durch einen besonderen Rahmen bewirkt, der mit dem Mauerwerke fest verankert sein muß.

Alle diese Mittel können aber nur dort angewendet werden, wo die aufzubewahrenden Wertvorräte nicht gar zu viel Raum einnehmen. Dort aber, wo es sich um sehr, sehr große Summen handelt, und wo große Räume erforderlich sind, so daß man nicht nur ein, sondern mehrere Zimmer von mittlerer Größe notwendig hat, dort müssen besondere Bauten aufgeführt werden. In England und Amerika hat man zuerst erkannt, daß es notwendig ist, bei Banken diesen Räumen eine viel größere Aufmerksamkeit zu schenken, als der äußeren Ausstattung der Gebäude, und erst in dem letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts hat man auch in Deutschland die Notwendigkeit erkannt, hier planmäßig vorzugehen.


1412. Schiebethür.

Bei den gemauerten Tresors werden als Mauermaterial der Festigkeit und Feuersicherheit wegen feste Klinker oder natürliche Steine mit den entsprechenden Eigenschaften, wie z. B. Glimmerschiefer, Trachyt u. s. w. verwendet. Die Mauern, welche keinesfalls unter zwei Steinen stark sein dürfen, müssen in Zement aufgeführt sein und erhalten noch eine besondere Armierung; dieselbe besteht am einfachsten und billigsten in dem Einlegen von Eisen- oder Stahlstäben (Abb. 1413—1415) in die Lager- oder Stoßfugen, wobei die Schienen an den Mauerecken durch Verschraubung untereinander verbunden werden können; oder es kommt eine Gitterpanzerung aus sich kreuzenden, vernieteten Eisenschienen oder Façoneisen zur Anwendung, welche mittels starker Steinschrauben an der Innenseite der Wände befestigt werden; oder man verwendet eine Panzerung aus Eisen und Stahlblech, wodurch allerdings die Kosten bedeutend erhöht werden, aber auch ein wirksamer Schutz erzielt wird. Bedenken muß man aber dabei, daß diese Panzerung aus gehärteten Stahlplatten nicht zu schwach sein darf, weshalb man in Amerika versucht hat, die Kosten dadurch zu vermindern, daß man auf ein schwächeres Eisenblech ein Netzwerk von Stahlstäben mit geringer Maschenweite angebracht hat. Die Firma Götz & Co. in Stuttgart hat sich die von ihr eingeführten schraubenförmig gewundenen Panzerschienen gesetzlich schützen lassen, welche sich vermöge ihrer gewundenen Form leichter mit dem Zementmörtel verbinden und auch das An-

bohren erschweren, da das Bohrwerkzeug abrutscht. Sehr wirksam ist eine Armierung durch Panzerplatten, welche aus abwechselnd ineinander geschobenen Eisenbahnschienen aus Stahl besteht, die zwischen zwei Eisen- oder Stahlplatten eingebettet werden, wobei der sich ergebende Zwischenraum durch Zement ausgegossen wird. Außer den vier Umfassungswänden dieser Tresorräume sind besonders Fußboden und Decke zu schützen, weshalb dieselben mit starken Gewölben oder mit Betonmauerwerk zwischen starken eisernen Trägern zu übermauern sind. Die Gewölbedecke darf selbst bei kleinen Anlagen nicht unter 25 cm, bei größeren nicht unter 38 cm stark sein. Um die Hitze möglichst abzuhalten und die Wucht der Stöße einstürzender Bauteile möglichst zu vermindern, bedeckt man zweckentsprechend das Gewölbe mit einer ebenso starken Sandschicht. Um noch eine größere Sicherheit zu erzielen, kann auch hier, wie bei den Seitenwänden eine Armierung durch Eisen zweckentsprechend stattfinden. Kann die Tresoranlage nicht auf gewachsenem Boden ausgeführt werden, so muß der Fußboden gegen unbemerktes Unterminieren besonders geschützt werden, was am besten durch starke Zementbetonschichten, Belag mit hartgebrannten Klinkern, mit Eisen- und Granitplatten geschehen kann. Liegt das Tresorgewölbe im Erdgeschoß oder in einem oberen Stockwerke — letzteres wird jedoch meistens vermieden — so müssen unter allen Umständen sehr starke Gewölbe angeordnet werden und für einen besonderen Schutz der eisernen Träger gegen Glühendwerden gesorgt sein, da sonst die Eisenkonstruktion bei ausbrechendem Feuer eher nachteilig als vorteilhaft sein kann. Den Raum unter der Tresoranlage mit Sand auszufüllen, wie es früher häufig geschehen, ist wenig zu empfehlen, wie auch vermieden werden soll, die Grenzwand eines Gebäudes als Tresormauer zu benutzen. Die günstigste Lage einer Tresoranlage ist jene, bei der der zu schützende Raum an allen Seiten von Räumen umgeben ist, welche dem inneren Verkehr dienen. Aus diesem Grunde werden die modernen Stahlkammern allseitig von einem besonderen Beobachtungsgang umgeben und in denselben die darüber und darunter liegenden Räume hineingezogen, da trotz stärkster Konstruktion nur eine Sicherheit erreicht werden kann, wenn man die Gewißheit hat, daß nicht im verborgenen seit langer Zeit an der Zerstörung der schützenden Wände gearbeitet wird, was nur durch regelmäßige Kontrolle geschehen kann, die selbstverständlich nicht nur in die Hände von Unterbeamten gelegt werden darf.

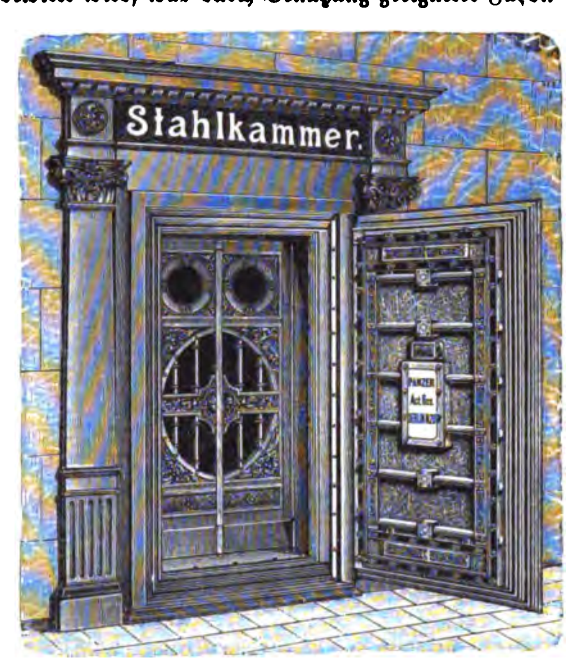




1413 bis 1415. Armierte Mauern.

Kleinere Tresoranlagen kann man ohne Fenster bauen, doch wenn in denselben Beamte oder das Publikum längere Zeit sich aufhalten sollen, weil Depositen-Einrichtungen vorhanden sind, so werden trotz künstlicher Beleuchtung und genügender Ventilation Fenster nicht zu entbehren sein. Die Fensteröffnungen müssen zunächst durch eine sehr starke Vergitterung mit nicht zu großen Zwischenräumen geschützt sein, für deren feste Verbindung mit dem Mauerwerk auf jede denkbare Weise Sorge getragen werden muß. In dieser Beziehung sei auf das Cerberus-Gitter der Firma C. A. Bosse in Berlin SW. und auf das Schutzgitter für Wertgelasse mit heraufschiebbaren Vorder- und Seitenteilen und verschließbarer Klappe von W. A. Boese & Co. in Berlin hingewiesen. Die Verglasung ist in eiserne, kräftige Fensterrahmen einzusetzen, auch ist durch Verwendung von fest werdendem Kitt ein völlig hermetischer Verschluß zu bewirken, so daß die Einführung von Sprengstoffen auch in flüssigem Zustande ausgeschlossen erscheint. Selbstverständlich darf nur kräftiges Spiegelglas verwendet werden. Außerdem müssen die Fensteröffnungen noch durch besondere Fensterläden geschützt werden, welche nach denselben Prinzipien gebaut werden wie die Geldschrankthüren. Um unter allen Umständen sicher zu sein, daß

diese Fensterläden auch wirklich festgestellt sind, wird die Verwendung von einer oder mehreren kräftigen eisernen Vorlagstangen zu schätzen sein.

Die Eingangsöffnungen der Tresoranlagen werden gewöhnlich durch zwei hintereinander liegende Thüren, zwischen denen sich ein der Mauerstärke entsprechender Luftraum befindet, versehen. Immer ist eine dieser Thüren (Abb. 1416) nach den Grundsätzen für Geldschrankthüren (s. Seite 537) mit einer isolierenden Füllung gebaut, und zwar werden hier häufig zweiflügelige Thüren verwendet, während manchmal die zweite Thür durch eine sehr kräftige Gitterthür ersetzt wird, welche während der Geschäftsstunden bei geöffneter Tresorthür einen bequemen Einblick in den zu schützenden Raum gestattet. Manchmal wird auch, um den Platz möglichst auszunützen eine Schiebethür verwendet, bei deren Konstruktion wie bei Hobbs & Co. in London besonders darauf zu achten ist, daß trotzdem ein hermetischer Verschluß bewirkt wird, was durch Benutzung geeigneter Façoneisen nicht allzu schwer zu erreichen ist. Häufig werden die Thür- wie auch die Fensteröffnungen durch zusammenschiebbare Gitter noch besonders geschützt, z. B. Bornsches Patent-Gitter oder die Schiebegitter von de la Sauce & Kloß in Berlin, welche den Vorteil der Läden, beim Nichtgebrauch von den Öffnungen entfernt werden zu können, mit dem Vorzug beständiger Lichtzuführung verbinden und besonders gern in Amerika verwendet werden. Die Thürverschlüsse der Tresoranlagen sind immer so eingerichtet, daß mindestens zwei Schlüssel notwendig sind, welche verschiedenen Beamten zur Benutzung übergeben werden, so daß nur bei Anwesenheit aller berechtigter Schlüsselinhaber ein Öffnen der Stahlkammern stattfinden kann. Meistens wird außerdem noch ein Kombinations- oder ein Zeitschloß zu Hilfe genommen.

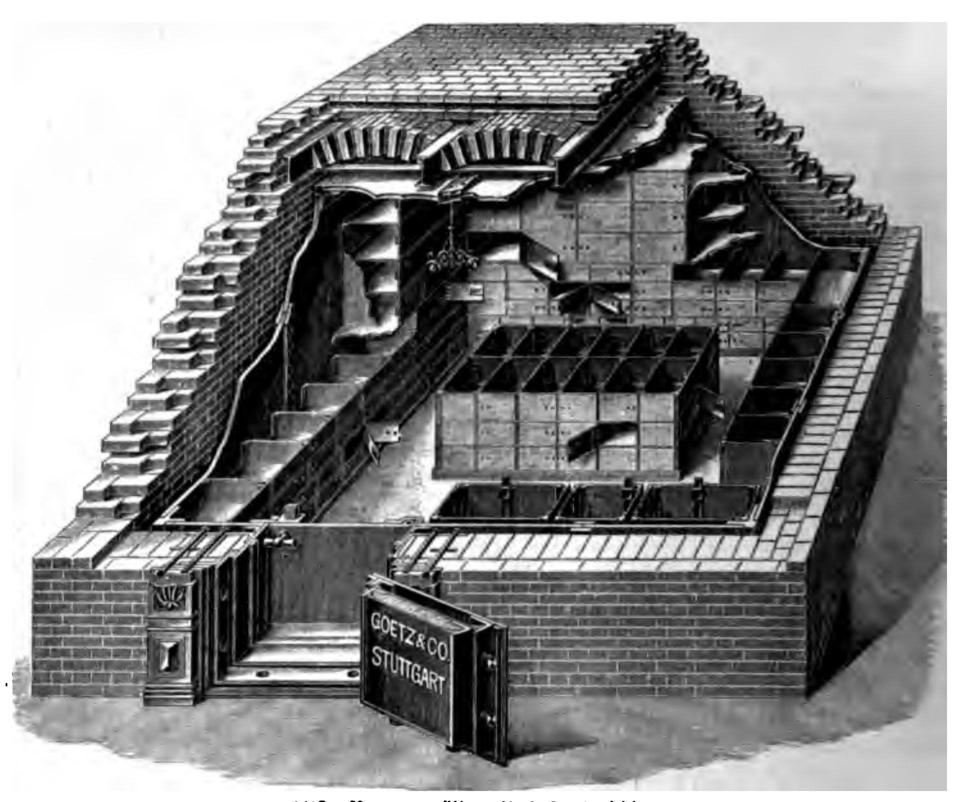


1416. Thür einer Stahlkammer.

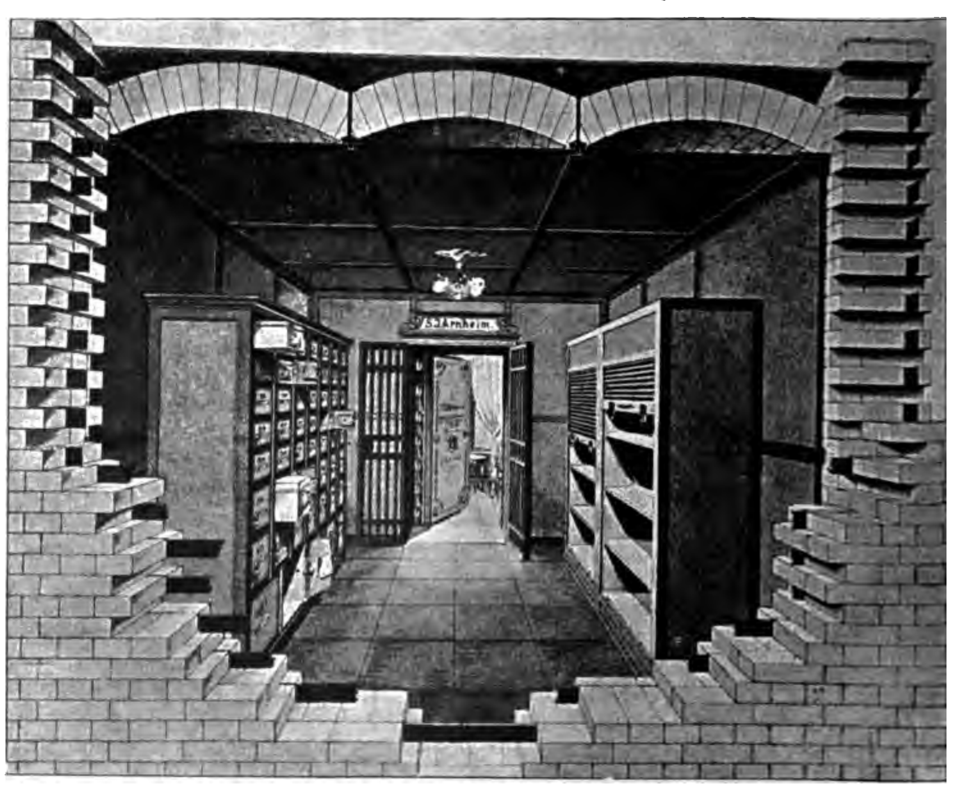
In allerjüngster Zeit hat man auch die Elektrizität in den Dienst der Verschlußmechanismen gestellt und Schlösser gebaut, bei welchen ein Öffnen nur dadurch bewirkt werden kann, daß ein Kontaktschluß des Hauptkabels eintritt.

Die **Beleuchtung** der Tresoranlagen muß wegen der damit verbundenen Feuersgefahr mit sehr großer Vorsicht angeordnet werden, weshalb jetzt fast ausschließlich elektrisches Licht verwendet wird. Unbedingt notwendig ist es aber, um nicht ein plötzliches Erlöschen sämtlicher Flammen bei einer Betriebsstörung der Zentrale zuzulassen, Akkumulatoren aufzustellen, welche dann die notwendige Kraft liefern können. Häufig wird die Beleuchtungsanlage auch so eingerichtet, daß beim Öffnen einer Thür das Licht automatisch anfängt zu brennen und beim Schließen der Thür wieder verlischt; natürlich muß bei einer derartigen Einrichtung außerdem auch eine andere Ein- und Ausschaltung der Beleuchtung angeordnet sein. Daß bei solchen Anlagen nicht mit den Flammen gespart werden darf, ist wohl selbstverständlich.

Bedingt die Tresoranlage eine besondere Anlage von **Ventilationseinrichtung**, was dann immer der Fall sein wird, wenn keine Fenster vorhanden sind, so muß darauf geachtet werden, daß durch diese Abzugsrohre die Sicherheit nicht gefährdet wird, weshalb diese Rohre nicht über 7 cm Durchmesser haben dürfen und mindestens in einer Länge



1417. Panzergewölbe mit Safeseinrichtung.



1418. Tresoranlage des Rheiner Bankvereins.



1419. Depositen-Panzertresors der Dresdner Bank zu Berlin. Ausgeführt von S. J. Arnheim in Berlin.

von 50 cm durch kräftiges Zementmauerwerk hindurchgeführt werden müssen. Außerdem muß aber für einen genügend sicheren Verschluß dieser Abzugsrohre von außen gesorgt werden. Bei großen Stahlkammern wird man diese die Sicherheit doch sehr vermindernden Einrichtungen durch die Anlage von Fenstern ganz vermeiden können.

Derartige große Tresoranlagen für große Banken (Abb. 1417) haben nicht nur den Zweck, die eigenen Wertvorräte sicher aufzubewahren, sondern es werden kleine Behälter, sogenannte „Safe-Deposits" gebaut, welche gegen eine entsprechende jährliche Miete an Privatleute vermietet werden, die nun ihre eigenen Wertsachen in denselben aufbewahren können. Diese Wertbehälter erhalten einen doppelten Verschluß und zwar in der Art, daß den einen Schlüssel der Mieter, den zweiten jedoch ein Bankbeamter erhält, und die Aufschließung der kleinen Wertbehälter nur bei der gleichzeitigen Anwesenheit beider berechtigter Schlüsselinhaber erfolgen kann. In die nach den oben angeführten Grundsätzen ausgestatteten und aufgemauerten Tresoranlagen (Abb. 1418) werden, da die aufschlagenden Thüren der großen Schränke häufig im Wege sind, eiserne Schränke mit Stahlblechjalousien und Schiebethüren verwendet. Dort, wo außer den eigenen Wertvorräten auch fremde Depots untergebracht werden sollen, empfiehlt es sich, schmiedeeiserne Trennungsgitter mit Durchgangsthüren zu benutzen. Die in Abb. 1418 dargestellte Tresoranlage ist von der Firma S. J. Arnheim in Berlin für den Rheiner Bankverein zu Rheine i. W. geliefert und zeigt nicht nur die Armierung der Mauern durch die eingelegten Eisenschienen, sondern auch die Stahlplatten und das Gewölbe zwischen den Eisenträgern, wie auch die innere Einrichtung mittlerer Anlagen. Die großen Anlagen mit 2000 bis 4000 Wertbehältern (Safes) müssen nicht nur entsprechend stärker in ihrer Konstruktion sein, sondern auch die innere Einrichtung muß eine ganz andere sein. Die von dem Baurat Heim in Berlin für die Dresdner Bank in Berlin ausgeführte Stahlkammer mit Safe-Einrichtung (Abb. 1419) wurde von derselben Firma ausgeführt, und die Zeichnung gibt ein Bild von der Einrichtung für 4000 Safes. Galerien mit Treppenanlagen ermöglichen es, die oberen Wertbehälter bequem zu erreichen. Außer dieser genannten Firma kommen besonders die Aktiengesellschaft für Geldschrank-, Tresorbau und Eisenkonstruktion „Panzer", vormals M. Fabian, in Berlin und C. Ade in Berlin, Götz & Co. in Stuttgart, C. Kästner in Leipzig, Sommermeyer & Co. in Magdeburg u. s. w. für große Anlagen dieser Art in Frage, wenn sich auch in neuerer Zeit andere große Firmen mit diesem neuen Zweig der Baukunst und Schlosserei beschäftigt haben.

Da aber, trotz aller Anstrengungen der auf der Höhe ihrer Aufgabe stehenden Baumeister und Schlossermeister, immerhin die Thatsache bestehen bleibt, daß, wenn dem Einbrecher nur Zeit und Gelegenheit geboten wird, derselbe in der findigsten Weise und mit den besten technischen Mitteln fast geräuschlos sein Zerstörungswerk an diesen Stahlkammern und Geldschränken auszuüben weiß, so wird man immer die sorgfältige Bewachung solcher Anlagen vornehmen lassen müssen. Es werden daher die von G. H. Chubb in London gegebenen Vorsichtsmaßregeln für die Sicherung gegen Diebstahl wohl Beachtung verdienen; derselbe schreibt: 1. sei vorsichtig in der Wahl deiner Dienstboten; 2. habe Spiegelglas in allen Fenstern, weil dieses nicht geräuschlos, wie Scheibenglas zerbrochen werden kann; 3. versieh alle vom Erdboden aus erreichbaren Fenster und Öffnungen mit starken Gitterstäben, welche in den Stein oder in das Backsteinmauerwerk eingreifen und nicht weiter als 5" engl. = 120 mm voneinander entfernt sind, sowie alle Fenster der oberen Stockwerke mit Hopkinsons oder Dawes Patentverschlüssen, welche wohlfeil und fest sind und nicht von außen geöffnet werden können; 4. halte einen, wenn auch kleinen Hund im Inneren des Hauses; 5. habe eine Anzahl von Glocken an den Läden, elektrische Leitungen oder andere Klimpereien, setze aber kein Vertrauen in dieselben; 6. lasse so wenig als möglich wertvolle Sachen umherliegen. Wenn auch die in „Building news" Bd. 28 gegebenen Vorsichtsmaßregeln für unsere modernen Verhältnisse etwas umgeändert werden müssen, so enthalten sie doch viel Beachtenswertes, dem nur in Bezug auf die Geldschränke und Stahlkammern hinzuzufügen wäre, daß dieselben regelmäßig und möglichst oft von zuverlässigen Personen beobachtet und untersucht werden müssen, um dieselben darauf zu prüfen, ob sie noch vollständig erhalten sind.

Aus diesen angeführten Gründen hat man der Konstruktion von Melde- und Alarmvorrichtungen in neuerer und neuester Zeit besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In der Regel sind dieselben berufen, durch ein Geräusch den Bewachenden darauf aufmerksam zu machen, daß an einen gewissen Gegenstand ein Unbefugter herantritt oder sich der Stahlkammer nähert. Die auch bei den gewöhnlichen Ladengeschäften beliebte Anbringung von Kontaktstellen an der Thür, welche beim Öffnen und Schließen der Thür eine Glocke erklingen lassen, werden hier, bei der Findigkeit der Einbrecher, allein nicht genügen. Außer diesen Glockenanlagen, welche sowohl mit Ruhe- als auch mit Arbeitsstrom in Bewegung gesetzt werden können, sind auch Vorrichtungen erfunden worden, welche nicht nur durch Schießen den Wächter herbeirufen sollen, sondern auch den Dieb gleich verscheuchen. Hierher gehörten auch die Sicherheitsbolzen mit Lärmvorrichtung zum Befestigen eiserner Geldschränke am Fußboden von Th. Erdloff in Raisdorf bei Preetz, wie auch in gewissem Sinne die Füllung der Geldschränke oder Thüren mit gefährlichen Gasen, welche beim Anbohren den Dieb betäuben sollen. Doch nicht allein die Elektrizität hat man in dieser Richtung in den Dienst der Sicherheit solcher Anlagen gestellt, sondern man hat auch mechanische Fangvorrichtungen konstruiert, so z. B. von A. M. Burckhardt in Freiberg i. S., bestehend in Fangnetzen, welche beim Auftreten auf ein nachgiebig gelagertes Trittbrett ausgelöst werden u. s. w. Wann dieser Kampf der Besitzer mit den Einbrechern sein Ende erreicht haben wird, ist schwer abzusehen, da alle neuen Errungenschaften der Wissenschaften und der Technik von beiden Teilen möglichst schnell und wirksam zu dem eigenen Vorteil ausgenützt werden. Darum wird unter allen Umständen selbst bei den besten und neuesten Anlagen die größte Vorsicht und Überwachung eintreten müssen, wie auch nicht genug davor gewarnt werden kann, die Erwerbung von veralteten Konstruktionen vorzunehmen, weil dieselben billiger sind; hier wird man, wie bei den Unterrichtsmitteln für die Kinder sagen können, „das Beste ist gerade gut genug". —

Eiserne Möbel.

Zu den Möbeln sind alle Gegenstände des „beweglichen Hausrates" zu rechnen, doch sollen hier im engeren Sinne des Wortes nur die größeren Einrichtungsgegenstände der Wohnräume in Betracht kommen. Für diese Möbel wurde im Altertum, wie im Mittelalter und der Neuzeit hauptsächlich das Holz nicht nur wegen seiner großen Verbreitung auf der Erdoberfläche, sondern wohl hauptsächlich wegen seiner leichten Bearbeitungsfähigkeit verwendet. Nur ganz ausnahmsweise kommen Metalle und zwar Bronze und Eisen, sowie der Stein, hauptsächlich der Marmor in Frage. Im Altertume spielte sich das ganze Leben viel mehr im Freien und außerhalb des Hauses ab, weshalb dieses nicht so mit Möbeln ausgestattet war, als es in der Jetztzeit der Fall ist. Allmählich erst, je mehr die Kultur fortschreitet, je mehr sich die einzelnen Gewerbe ausbilden und voneinander trennen, je mehr der Wohlstand zunimmt, stellt sich das Bedürfnis für eine Vermehrung des Hausrates ein. Wurde im Altertum auch schon teilweise das Eisen für einzelne Möbel benutzt, so waren damals doch andere Gesichtspunkte maßgebend als heute. Jetzt wird das Eisen zur Herstellung von Möbeln hauptsächlich dort angewendet, wo es auf eine gewisse Festigkeit ankommt und die Notwendigkeit gründlicher und schneller Reinigung eintritt. Damals hat man Bronze und Eisen verwendet, weil man zwar eine gewisse Dauerhaftigkeit erreichen wollte, hauptsächlich aber deshalb, um besonders schöne Formen herstellen zu können.

Das erste und wichtigste Möbel ist zu allen Zeiten das Sitzmöbel und der Tisch gewesen; beide, Stuhl und Tisch, wurden schon von den Ägyptern und Assyrern wie auch von den Griechen und Römern benutzt. Aus dem einfachsten Sitzmöbel, einen auf Stützen gestelltes oder gelegtes Brett, entwickelte sich der Faltstuhl, der Lehnstuhl, der Thronsessel, der Totensitz u. s. w. Eine gewisse Verwandtschaft mit diesen Sitzmöbeln hat die „Kline", die Lagerstelle der Griechen, welche sowohl zum Lager bei den Mahlzeiten, als auch zum Schlafen während der Nacht diente. Außer diesen Möbeln kamen bei den Griechen schon Tische vor, welche eine etwas abweichende Form von den unserigen hatten, weil die Griechen

beim Essen mehr lagen als saßen, wie auch Dreifüße und Gestelle für Vasen; außerdem dienten Truhen zum Aufbewahren der Kleider. Die Hauptformen der Möbel erhalten sich in mehr oder weniger unveränderter Form, so daß Gregor von Tours im 7. Jahrhundert vier verschiedene Formen von Hausratsgegenständen aufzählen kann, nämlich Sitze, Tafeln, Koffer und Truhen. In neuerer Zeit tritt an die Stelle der Truhe, dem Geschmack der Kleidung mehr angepaßt, der Schrank in seinen verschiedenen Formen. Im Mittelalter kommt allmählich noch die Kredenz hinzu, aus der sich das Büffet und die Servanta entwickelten. Die Kredenz hatte zunächst in der Kirche den Zweck, an und neben dem Altar zu stehen, um den Kelch und andere Kirchengeräte zu tragen, und von dieser geweihten Stätte verschaffte sie sich nach und nach Eingang in das Bürgerhaus.



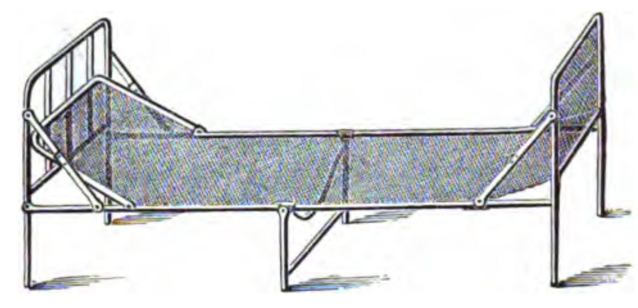
1420. Eiserner Waschständer. Nach Buchner, „Gesch. d. techn. Künste".

Im Laufe der Zeit machten nun diese Möbel verschiedene Wandlungen durch, nicht nur deshalb, weil das Material sich änderte, sondern infolge der Anpassung an den herrschenden Stil. Auch erkannte man immer mehr die Notwendigkeit, statt des bisher fast ausschließlich zur Verwendung kommenden Holzes auch zweckentsprechend anderes Material zu verwenden, so daß sich das Eisen auch Eingang verschaffte, nicht nur zur Herstellung von schweren eisernen Truhen (S. 528), sondern auch für andere Gebrauchsgegenstände, wie z. B. Waschständer (Abb. 1420), oder solche Geräte, die mit dem Feuer in inniger Beziehung standen. Nebenbei bildete sich mit der Entwickelung der Schmiedetechnik im Zeitalter der Renaissance und des Rokoko die Herstellung von kleinen Hausratsgegenständen aus Eisen, wie z. B. Leuchter, Glocken, Ständer u. s. w., immer mehr und mehr aus, wovon man sich jederzeit durch den Besuch eines Museums überzeugen kann.

In neuerer und neuester Zeit verwendet man, abgesehen von einigen Ausnahmen, das Eisen nur zur Herstellung jener Möbel im engeren Sinne des Wortes, bei denen es, ohne zu große Ausmessungen zu bekommen, auf eine gewisse Dauerhaftigkeit und Festigkeit ankommt, wie z. B. bei den Gartenmöbeln, oder aber für solche Möbel, bei denen aus Gesundheitsrücksichten nicht nur eine schnelle und gründliche Reinigung notwendig wird, sondern bei denen es auch ausgeschlossen ist, daß sich Krankheitskeime festsetzen können, wie bei den Betten und Einrichtungsgegenständen von Krankenhäusern. Im folgenden soll nur auf diese Möbel, welche eine Bedeutung für die Industrie, Handel und Gewerbe haben, Rücksicht genommen werden, und alle jene Ziermöbel, welche jetzt beim Aufblühen der Schmiedekunst wieder mehr in Anwendung gekommen sind, sollen wenig oder gar nicht in den Kreis der Betrachtung gezogen werden.

Obwohl man sich lange dagegen gesträubt hat, Betten auch für den täglichen Hausgebrauch aus Eisen herzustellen, und man glaubte, bei dem „wärmeren" Holze bleiben zu müssen, bricht sich doch immer mehr die Ansicht Bahn, daß das Eisen ein ausgezeichnetes Material ist zur Herstellung der Gestelle, die zur Lagerstätte der Menschen dienen sollen. In der ersten Zeit, als man Anfang dieses Jahrhunderts wieder begann, Bettstellen aus Eisen herzustellen, wurden diese unter strenger Anlehnung an die bisherige Form der Holzbetten

aus Gußeisen gefertigt. Können auch solche Betten leicht eine schöne verzierte Form erhalten, so muß doch berücksichtigt werden, daß die einzelnen Teile schwerer ausfallen, als es infolge des sehr festen Materials notwendig wäre, und daß leicht Verzierungen angebracht werden, welche infolge ihrer vorspringenden Ecken, Erhöhungen und Vertiefungen u. s. w. für denjenigen, der das Bett benutzt, von sehr unangenehmen Folgen werden können, ganz abgesehen davon, daß diese Unebenheiten sehr dazu angethan sind, zur Aufnahme von ungesunden Keimen, Schmutz und Staub zu dienen. Bei keinem anderen Möbel ist es so nötig als bei der Bettstelle, alles möglichst glatt zu halten, Spitzen und Ecken zu vermeiden, trotzdem aber bei genügender Festigkeit und Steifheit ein möglichst geringes Gewicht zu erzielen. Das Schmiedeeisen ist nun ein Material, welches wie kein anderes zur Herstellung von Bettstellen geeignet ist, welche abwechselnd von verschiedenen Personen benutzt werden, wie z. B. in Kasernen, Krankenhäusern, Gasthäusern u. s. w.



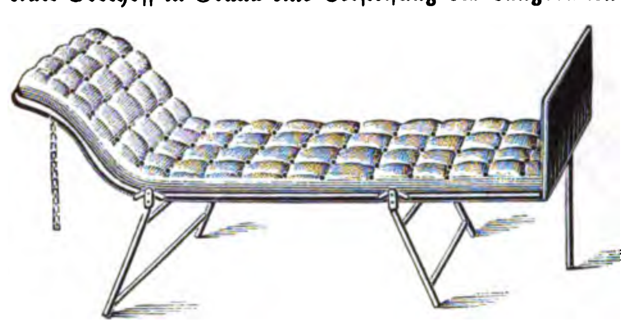
1421. Eiserne Bettstelle.

Die einfachen eisernen Bettstellen (Abb. 1421) sind fast immer zusammenlegbar und sind aus Rund- und Bandeisen hergestellt. Meistens erhalten dieselben einen einfachen Spiralfederboden, und nur ganz billige Sorten bekommen an dessen Stelle eine eiserne Gurtung aus mehreren Eisenbändern bestehend. Bessere Sorten sind mit einer Kreuzgurtung aus Bandeisen ausgestattet. Kopf und Fußteil werden entweder aus Stäben gebildet oder aus einem Drahtgeflecht. Um ein Keilkissen zu vermeiden, wird häufig eine mit dem Spiralfederboden in einem hergestellte Kopferhöhung angewendet, und die Füße werden, um das Fortbewegen zu erleichtern, mit Rollen versehen. Die Gewichte der einfachen Betten schwanken zwischen 15 und 35 kg, bei einer Länge von 185—190 cm und einer Breite von 80—115 cm; der Preis richtet sich je nach der Ausstattung und der Art der Matratze und bewegt sich zwischen 5.50 Mk. und 15.— Mk. per Stück. Besser ausgestattete Bettstellen erhalten nicht nur auf den Kopf- und Fußteilen Verzierungen aus Rundeisen aufgesetzt, sondern die Kopferhöhung wird mittels eines Bogens verstellbar eingerichtet. Wird eine besondere Matratze eingelegt, so ist zu empfehlen, Seitenteile anzubringen, wodurch die Steifigkeit der Bettstelle erhöht wird und die Betten selbst eine sicherere und ruhige Lage erhalten. Statt des Rundeisens für die Säulen der Bettstellen benutzt man in neuerer Zeit sehr gern Gasrohre (Abb. 1422), wodurch bei der gleichen Festigkeit und Solidität eine Herabminderung des Gewichts bewirkt wird. Solche Bettstellen erhalten dann statt der einfachen Stäbe oder Bänder aus Eisen, Verzierungen aus Rundeisen, während der Gurtungsrahmen häufig aus Winkeleisen gebildet wird. Bettstellen dieser Art sind fast immer mit Rollen versehen und die Säulen oben durch Messingköpfe



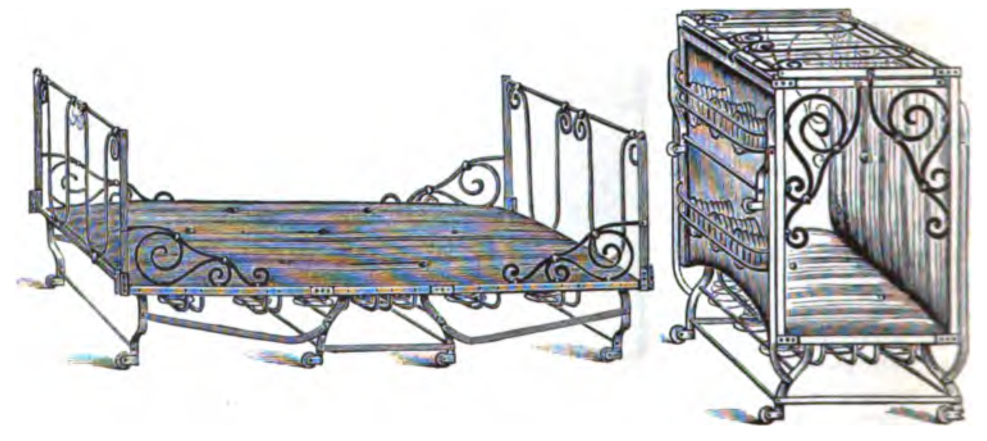
1422. Bettstelle.

abgeschlossen. Kopf- und Fußende können zweckentsprechend statt eines Drahtgeflechtes oder eines Gitterwerks aus Rundeisen eine Blechfüllung erhalten, wie es überhaupt Betten gibt, die ganz aus Blech, mit Ausnahme des tragenden Gerüstes, hergestellt sind. Vielfach wird die Bettkante benutzt, um sich darauf zu setzen, wodurch dann leicht eine Durchbiegung der Kante eintritt, besonders wenn, wie bei den besseren Betten, in der Mitte keine Stütze angebracht ist oder das Seitenteil ganz fehlt; aus diesem Grunde hat sich Karl Grothoff in Gruna eine Versteifung des Längsbalkens nach Art eines Sprengwerkes gesetzlich schützen lassen, wodurch diese Durchbiegung unmöglich wird. Diese Einrichtung besteht darin, daß man eine lange Stange Rundeisen in zwei Löcher des Winkeleisenrahmens am Kopf- und Fußende einführt, die Muttern zunächst nur schwach anzieht, so daß man in der Mitte bequem einen kleinen Rundstab als Stütze einfügen kann, welcher sich in einer Gußhülse führt und hält; zum Schluß werden die Muttern fest angezogen.



1423. Eisernes Feldbett.

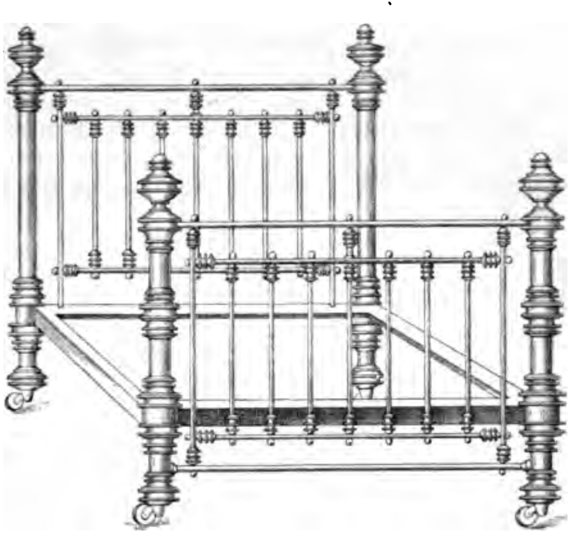
Die meisten eisernen Bettstellen lassen sich in verhältnismäßig kurzer Zeit ohne besondere Mühe auf- und abschlagen; sie sollen aber wie die meisten Holzbettstellen doch immer aufgestellt und zur Benutzung eingerichtet sein. Bei kleineren Wohnungen tritt jedoch häufig die Notwendigkeit ein, einen Wohnraum auch zum Schlafen zu benutzen, und dann muß diese Schlafstelle schnell und bequem herbeigeschafft werden können; zu diesem Zwecke werden die sogenannten Feldbetten gebaut (Abb. 1423), welche fast aus-



1424. Eiserne Schrankbettstelle.

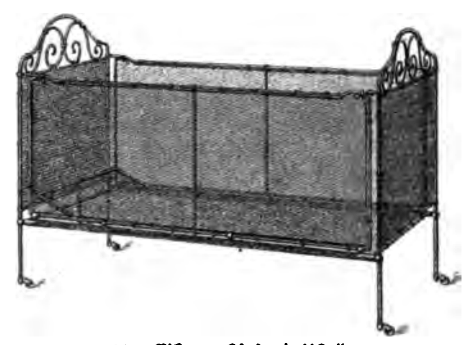
schließlich in Eisen ausgeführt werden, ein zusammenlegbares Gestell mit Drahtboden erhalten, auf welchen leicht eine Matratze gelegt werden kann. Der Preis einer solchen Polsterfeldbettstelle beträgt bei einer Länge von 185 cm und einer Breite von ca. 75 cm je nach der Ausstattung und Polsterung 9—14 Mk. Ohne die leichte Beweglichkeit einer solchen Bettstelle besonders in Frage zu stellen, lassen sich, um ein Herunterdrücken des Kopfteiles nach längerem Gebrauche unmöglich zu machen, an den Kopfteil ein oder zwei Sperrhaken (Bogen) oder Ketten anbringen. Bei den beschränkten Wohnungsverhältnissen der neuesten Zeit in den modernen Großstädten macht sich nicht nur das Bedürfnis geltend, ein Bett schnell wegnehmen und wieder aufstellen zu können, sondern das Bett

soll in zusammengeschlagenem Zustande als Möbel für eine Wohnstube benutzt werden können. Diesem Bedürfnisse kommen die sogenannten Schrankbettstellen (Abb. 1424) nach, welche in zusammengeklapptem Zustande als eine Art Schränkchen mit lackierter Tischplatte verwendet werden können und welche vermöge der Rollenfüße leicht von ihrem Platze bewegt werden können. Wenn nun auch diese eisernen Schrankbettstellen erst in neuerer Zeit gebaut worden sind, so findet man sogenannte Bettschränke doch schon im vorigen Jahrhundert, wie z. B. in der Moritzburg bei Dresden Schränke sich befinden, bei welchen sich die eigentliche Bettstelle durch den Druck auf eine verborgene Feder aus dem Schrank herausschlagen läßt. Diese meist mit einem Vexier versehenen und mit einer kostbaren Holzverkleidung versehenen Schrankbettstellen waren wesentlich kostspieliger als die anderen, welche für 35 bis 40 Mk. mit Sprungfedermatratze zu haben sind.


1425. Messingbettstelle.

Die Militär-Bettstellen müssen sehr stark gebaut sein und werden jetzt fast ausschließlich aus Eisen hergestellt; Kopf- und Fußteil sind häufig so wie der Bettboden mit Holzwänden ausgestattet, auch werden verstellbare Kopferhöhungen vorgesehen und je nach dem besonderen Zweck noch besondere Einrichtungen, wie z. B. Ständer zum Anbringen der Nummern u. s. w., mit denselben verbunden. Bei Platzmangel findet man auch manchmal die Einrichtung, daß zwei Bettstellen übereinander gestellt werden können, doch sollte man von diesem Auskunftsmittel nur in den allergrößten Notfällen Gebrauch machen.

Die englischen Bettstellen (Abb. 1425) sind bis auf einen Winkeleisenrahmen zur Aufnahme der Matratze aus Messingrohren hergestellt; dieselben zeichnen sich durch große Leichtigkeit, sowie auch durch Zierlichkeit der Formen aus. Die Bettsäulen sind immer mit Rollen versehen. Die Anzahl der Gitterstäbe am Kopf- und Fußende richtet sich ausschließlich nach der Breite, welche bei den englischen Betten wesentlich größer ist, als bei den deutschen Betten. Bei einschläfrigen Betten sollte man niemals unter die doppelte Körperbreite, an den Schultern gemessen, heruntergehen; deshalb findet man in England fast niemals Betten mit einer geringeren Breite als 1 m, während man häufig sogar bis 140 cm hinaufgeht. Selbstverständlich sind die Preise dieser Betten wesentlich höher, als die der anderen eisernen Bettstellen, sie sind jedoch in ihrer Form so praktisch und zweckentsprechend, daß auch Bettstellen nach englischen Modellen aus Eisenrohren hergestellt, welche dann dunkelfarbig gestrichen und lackiert werden und nur Knöpfe und Querstangen als Abschluß der Kopf- und Fußteile aus Messing erhalten.


1426. Eiserne Kinderbettstelle.

Schneller haben sich die eisernen Bettstellen für die Kinder eingeführt. Die Kinderbettstellen werden hauptsächlich in zwei Formen in den Handel gebracht, nämlich Bett-

stellen, welche sich der Form für Erwachsene möglichst anschließen und sich nur durch die Größe unterscheiden, und Bettstellen mit Seitenteilen von der gleichen Höhe, wie Kopf- und Fußende. Diese eigentlichen Kinderbettstellen (Abb. 1426) erhalten statt des Drahtgeflechtes der vier Umfassungsteile häufig ein Schnurgeflecht, wodurch dann leicht die beiden Seitenteile in zusammengeschobenem Zustande herabgelassen werden können. Bei Bettstellen mit Drahtgeflecht werden die Seitenwände oder doch wenigstens eine derselben aus zwei Teilen gemacht, so daß leicht ein Herunterklappen stattfinden kann. In neuester Zeit werden auch ausziehbare Kinderbettstellen gebaut, deren Länge von 110—170 cm in Zwischenräumen von je 20 cm verändert werden kann, indem der eine, etwas schmälere Teil in den anderen hineingeschoben wird, und die Seitenteile durch einen Portemonnaieverschluß befestigt werden. Soll eine solche Bettstelle später verlängert werden, so wird der leergewordene Raum der Matratze durch einen besonders angefertigten Teil einer Matratze ausgefüllt. Je nach der Ausführung stellt sich der Preis einer solchen Bettstelle auf 25—35 Mark.

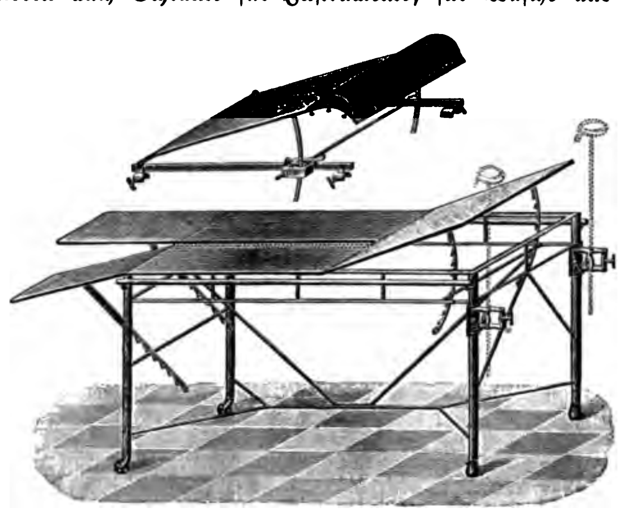
Mit der Einführung der eisernen Bettstellen ging die Verwendung von Sprungfedermatratzen Hand in Hand und breitet sich immer mehr aus, weil man erkannt hat, daß trotz der größten Sorgfalt und Reinlichkeit sich in den Holzrahmen und Stoffteilen der älteren Matratzen nur zu leicht Ungeziefer niederläßt und sich Krankheitskeime



1427. Patentbettstelle.

festsetzen können, was bei der Verwendung von Eisen vollständig ausgeschlossen ist. Im wesentlichen bestehen alle Sprungfedermatratzen entweder aus einem System von Federn der verschiedensten Art, welches in einem Eisenrahmen eingesetzt ist, oder aus einem federnden Drahtgeflechte, welches durch diesen gespannt wird. Bei den meisten einfachen Bettstellen findet man ein Drahtgeflecht mit dem Rahmen des Bettes fest verbunden, während bessere Bettstellen besondere Matratzen mit Sprungfedern erhalten. Hier wären zu erwähnen die Patentmatratzen von Karl Grotthoff zu Grüna i W., welche durch die über Kreuz gespannten Stahlkettenfedern eine große Elastizität erhalten und wegen der Verwendung von verzinktem Gußstahldraht nicht reißen können; ferner die Kölner Gesundheitsmatratze nach dem System von Gustav Dominick, die von der Firma Johann Theodor Hollender & Co. in Köln hergestellt werden, welche eine glatte, angenehme Wölbung erhält und bei jeder Bewegung des Körpers schmiegsam zurückfedert, ohne eine Vertiefung oder Mulde zu bilden; die Patent-Sprungfedermatratze „Standard" von Karl Seiffert in Berlin O., Frankfurterstraße Nr. 135, bei welcher die Spiralfedern unten auf T Eisen aufliegen, wodurch eine größere Haltbarkeit erzielt werden soll; dieselbe Firma stellt noch eine andere Matratze „Patent W. R." aus Stahlsprungfedern her; ferner die Patent-Stahlsprungfedermatratzen „Sanitas" und „Non plus ultra" der Firma Westphal & Reinhold in Berlin NW., Stromstraße Nr. 47. Die Betten dieser Firma (Abb. 1427) haben den Vorzug, daß sie mit den Matratzen in zusammengelegtem Zustand wenig Raum einnehmen, die Füße nicht überstehen und daher weder verbogen, noch abgebrochen werden können. Bei diesem System sind die Spiralfedern nicht in der Mitte angeordnet, sondern mehr nach dem Kopf- und Fußende verlegt, damit dieselben nicht direkt belastet werden und sich die tragende Last auf alle gleichmäßig verteilen muß.

Außer den eisernen Bettstellen für Kasernen und Massenwohnungen kommen noch die **Krankenbetten** in Frage, bei welchen besonders darauf gesehen werden muß, daß sich kein Ungeziefer und keine Bakterien festsetzen können; die Reinigung derselben muß mithin sehr leicht und gründlich erfolgen können. Die Konstruktion der Betten wird dem Zweck entsprechend abgeändert, indem z. B. für Streckvorrichtungen das Fußteil nicht nur geteilt, sondern auch zum Herunterklappen eingerichtet wird, oder an und über den Betten werden besondere Gerüste aus Eisen zum Halten besonders kranker Körperteile angebracht u. s. w. Eine besondere Aufmerksamkeit wird in neuerer Zeit den **Operations- und Untersuchungstischen** und den übrigen Einrichtungsgegenständen für Krankenhäuser zugewendet. Einzelne Firmen, wie z. B. Ernst Lentz in Berlin NW., Birkenstraße Nr. 18, L. Maquet in Berlin W., Charlottenstraße Nr. 63 u. a. haben es sich zur Aufgabe gemacht, in dieser Beziehung mustergültiges zu leisten, indem dieselben nicht nur Operations- und Untersuchungstische nach den Angaben der Professoren v. Bergmann, Hahn, Hirschberg, Janson, Lucä, Mackenrodt, Sonnenburg u. s. w. für verschiedene Zwecke der Chirurgie anfertigten, sondern auch Schränke für Instrumente, für Wäsche und Kleidung der Kranken, Tische, Stühle, Waschtische u. s. w. dem besonderen Zweck entsprechend verändert haben, so daß füglich allen berechtigten Ansprüchen genügt wird. Die Operations- und Untersuchungstische (Abb. 1428) müssen, wie alle derartigen Ausrüstungsgegenstände für Krankenhäuser, aus Eisen und Glas hergestellt sein, da diese Materialien keine Aufsaugungsfähigkeit für Flüssigkeiten zeigen, durch Säuren und desinfizierende Flüssigkeiten nicht angegriffen werden. Sie können leicht mit Abflußrinnen versehen werden, sowie auch mit Verstellvorrichtungen, so daß der Kranke oder die einzelnen Körperteile desselben leicht in die verschiedenen Lagen gebracht werden können. Kranken- und Rollstühle, Schlafsessel, Tragebetten, Leichenschaukasten u. s. w., wie überhaupt alle Einrichtungsgegenstände von Krankenhäusern, werden alle unter Berücksichtigung der Anforderungen der modernen Heilkunde aus Eisen hergestellt, und auf wenigen Gebieten der modernen Technik hat sich ein so ausgiebiges Feld für den Erfindungsgeist erschlossen, wie gerade hier, wo sich Menschenliebe und Wissenschaft die Hände reichen, um den Kranken ihre schmerzvollen Stunden möglichst zu verkürzen.



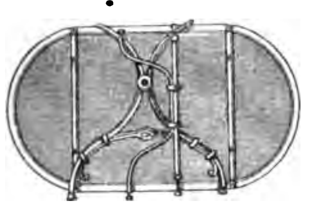
1428. Eiserner Operationstisch.

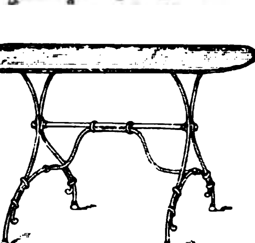
Neben der Verwendung des Eisens zur Herstellung von Bettstellen hat sich dieses Material am schnellsten eingeführt bei den **Gartensitzmöbeln**. Schon im Altertum wurde zu Stühlen Bronze verwendet, aber nur ausnahmsweise oder für besondere Zwecke. Erst seit der Mitte des 19. Jahrhunderts kann man von eisernen Möbeln im eigentlichen Sinne des Wortes sprechen. Der Faltstuhl der Alten zeigte sich so zweckentsprechend, daß diese Form auch heute noch eine sehr beliebte ist und besonders bei den Gartenstühlen Anwendung findet. Die Füße von Stühlen und Tischen (Abb. 1429) werden entweder aus Flach- oder aus Rundeisen hergestellt, manchmal wird auch Gasrohr verwandt. Um die steife Form der Füße bei Verwendung von Flacheisen etwas zu mindern, wird dasselbe häufig gewunden oder gedreht. Die eigentlichen Sitze, die Rückenlehnen und die Tischplatten werden aus Holz hergestellt, und zwar benutzt man für Sitz und Lehnen Leisten von verschiedener Breite, so daß Luftspalten gebildet werden. Im allgemeinen

werden diese Leisten um so schmäler gemacht, je besser die Ausführung ist, natürlich darf man der Festigkeit wegen nicht unter ein bestimmtes Minimalmaß heruntergehen, welches von der Holzart und der Größe der Stühle abhängt. Um ein bequemes Sitzen zu fördern, erhalten die Stühle, wie auch die besseren Bänke Armlehnen, teils mit, teils ohne Holzbelag. Um ein Hineinsinken dieser Möbel in den weichen Sand zu verhindern, was durch die kleinen Eisenplatten am Ende der Füße meistens nicht wirksam genug geschehen kann, empfiehlt es sich, unten hölzerne Querriegel anzubringen, die ja leicht zu entfernen sind, falls es notwendig wird. Die Gartenmöbel werden ja nur im Sommer benutzt, und es ist daher wünschenswert, daß im Winter diese Möbel zum Aufbewahren wenig Platz wegnehmen und gut geschont werden; zu diesem Zwecke werden nicht nur Sitzmöbel nach Art der griechischen Faltstühle zum Zusammenklappen eingerichtet, sondern auch die Tische (Abb. 1430). Die verschiedenen Fabriken haben in dieser Beziehung, besonders zusammenhängend mit der Art der Konstruktion, mehrere Systeme der Klappvorrichtungen verwendet, unter denen natürlich jene am meisten zu empfehlen sind, bei welchen die Tischplatte gleich zum Schutz für die Füße dient, wie bei Abb. 1430. Wird die Tischplatte aus Blech hergestellt, so muß dieselbe durch Winkel oder „T“-Eisen versteift werden und einen Kranz aus solchem Eisen erhalten. Bei den französischen Federmöbeln hat man auch statt der Holzsitze und -lehnen Sitz- und Rückenlehnen aus federnden Blechstreifen zusammengesetzt, wodurch nicht nur eine nachgiebige Sitzfläche geschaffen, sondern auch große Zierlichkeit und Bequemlichkeit erzielt wird. Die meisten Gartenmöbel sind einfach in ihren Formen gehalten, und nur sehr selten findet man Stühle und Bänke, die einige Verzierungen zeigen. Je nach der Größe, Ausführung und Stärke schwankt das Gewicht und der Preis der Stühle, wobei durch Anbringung von Armlehnen, Fußstützen u. s. w. natürlich nach beiden Richtungen eine Erhöhung stattfinden muß. Einfache Gartenstühle sind bei einem Mindestgewicht von ca. 2 kg zu einem Preise von ca. 3 Mark per Stück zu haben. Eine Grenze nach oben läßt sich sehr schwer angeben, doch kann angenommen werden, daß die gewöhnlichen gangbaren Sorten ohne Polsterung nicht mehr als ca. 15 Mark per Stück kosten. Noch weniger als für Stühle lassen sich allgemeine Normen für Preis und Gewicht bei den Tischen aufstellen, weil deren Größe dem jeweiligen Zweck entsprechend eine zu verschiedene sein kann. Es gibt Tische, welche nur 5 kg wiegen, und solche, welche 40 und mehr kg schwer sind; der Preis der gewöhnlichen gangbaren Sorten schwankt zwischen 4 und 25 Mark.



1429. Eiserne Gartenmöbel.





1430. Gartentisch.



1431. Gartenbank.

Obwohl vereinzelt der Versuch gemacht worden ist, eiserne Sitzmöbel und eiserne Tische auch für die bürgerlichen Wohnungen einzuführen, ist es doch bis jetzt nicht ge-

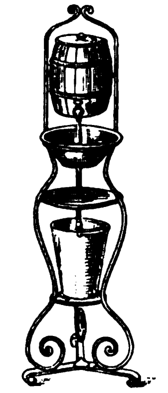
n, das Holz zu verdrängen, so daß einstweilen die Verwendung des Eisens zur ellung von Möbeln doch eine beschränkte bleibt.

Sehr bald, nachdem man angefangen hat, das Eisen für Bauzwecke, wie auch für :l zu verwenden, erkannte man, daß für Gartenzelte, Veranden, Pavillons u. s. w. besseres Material als das gefunden werden kann, ılb sich dessen Verwen= zu diesem Zweck immer ausbreitet. Diese Zelte, en u. s. w. (Abb. 1432) :en meistens Säulen aus ohren und sind häufig so richtet, daß dieselben leicht Lösung von Schrauben r auseinandergenommen :n können. Die Füllungen Verbindungsstäbe sind mei= aus Rund= und Flacheisen. Dach derselben wird von :L- und „T“=Eisen ge= t und wird entweder in mit Zinkbelag ausgeführt, s wird durch einen wasser= n Drellbezug gebildet, der im Winter immer ent= wird. Die äußere Form ie die Ausstattung, eine verschiedene, doch sind die arsten Sorten quadratisch, oder achteckig. Die Säulen werden zweckentsprechend in gußeiserne Büchsen gestellt mittels Zapfen auf einem eingegrabenen Stein befestigt, und der Zwischenraum durch eine Holzfüllung oder durch Leinen ausgefüllt. Zurückziehbare Vorhänge :den dann die Ausstattung eines solchen Zeltes. Das Gewicht und der Preis ist usführung und der Größe entsprechend ein sehr verschiedener. Vier= Zelte von 1,85 m im Quadrat sind ohne Drellbezug ca. 90 kg : und kosten 60—70 Mk., während reicher ausgestattete entsprechend r sind; so wiegt z. B. der in Abb. 1432, bei einem Durchmesser ,80 m von Ecke zu Ecke des regelmäßigen Achtecks gemessen, mit= :i einer Fläche von ca. 9 qm, mit Holzdach und Zinkbelag ca. 850 kg ostet ebensoviel Mark.

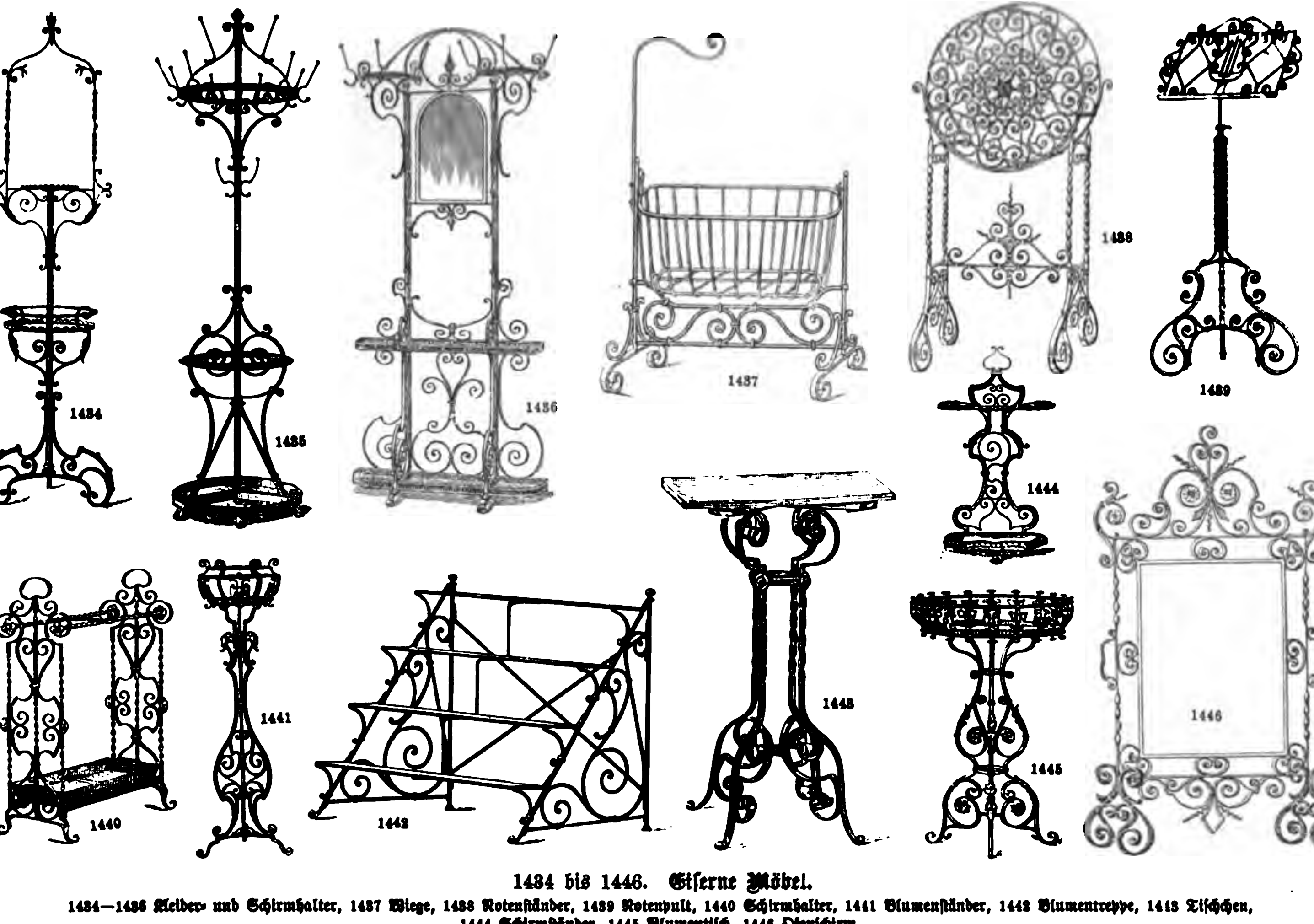


1432. Gartenpavillon.

Zu den Möbeln im eigentlichen Sinne des Wortes müssen außer :ischen und Schränken für Krankenhäuser auch die Waschtische net werden, welche schon zur Zeit der Renaissance (s. S. 556) aus hergestellt wurden, wenn auch die Verwendung dieses Materials :chen Zwecken zu den Ausnahmen zu rechnen ist. Heute ist man indig davon abgekommen, Waschtische mit unnötigen Verzierungen, :icht zweckentsprechend, zu versehen, sondern benutzt zu den so= nten offenen Waschtischen (Abb. 1433), die sich der älteren Form :ndig anschließen, fast ausschließlich Rundeisen oder Gasrohre, ie Tische nicht zu schwer zu machen. Außer dieser Form, welche eigentlich besser :n Waschgestell bezeichnet werden kann, gibt es verschiedene Waschtische, die sich e Tischform anlehnen und dann meistens außer der eigentlichen Tischplatte zur :hme der Waschschüssel unten eine zweite Platte erhalten, welche für den Eimer 'as Wassergefäß bestimmt sind. Manchmal wird der Tisch mit einem Spiegel=



1433. Waschtisch.



1434 bis 1446. Eiserne Möbel.

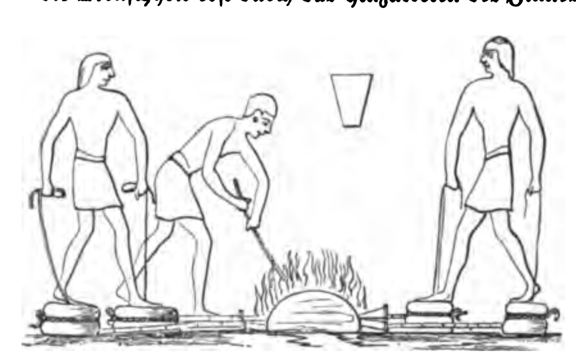
1434—1436 Kleider- und Schirmhalter, 1437 Wiege, 1438 Notenständer, 1439 Notenpult, 1440 Schirmhalter, 1441 Blumenständer, 1442 Blumentreppe, 1443 Tischchen, 1444 Schirmständer, 1445 Blumentisch, 1446 Ofenschirm.

rahmen in Verbindung gebracht, immer aber ist eine Vorrichtung zum Aufhängen des Handtuches vorgesehen. Ebenso wie die Waschtische aus Holz werden auch die eisernen als einfache und doppelte hergestellt, obwohl die letzteren recht selten sind und sich eigentlich nur in Gasthäusern Eingang zu verschaffen gewußt haben. Neben dieser offenen Form der Waschtische hat man auch versucht, die geschlossenen Waschtische aus Eisen herzustellen, welche die Schrankform in der Weise nachahmen, daß man in geschlossenem Zustande nicht erkennen kann, welchen Zweck dieses Möbel hat. Bei diesen Waschtischen wird außer dem Rund- und Façoneisen Eisenblech verwendet, welches einen der Holzfaserung entsprechenden Anstrich erhält. Die Preise dieser Waschtische sind sehr verschieden und schwanken im Durchschnitt bei der offenen Form zwischen 6 und 20 Mk., während Waschschränke für 25 Mk. zu haben sind.

Außer den vorgenannten Möbeln werden auch andere Hausratsgegenstände aus Eisen hergestellt, wie z. B. Garderobenständer, Schirmständer, Zeitungsständer, Ofenschirme, Blumentische, Palmenständer, Blumentreppen u. s. w. Besonders seitdem das Volk wieder Verständnis für schöne Schmiedeeisenarbeiten zeigt, und seitdem die Kaufkraft der einzelnen infolge des wirtschaftlichen Aufschwunges gestiegen ist, werden die kahlen steifen Formen verlassen, und die Schönheit kommt mehr zu ihrem Rechte. Niemals aber sollte man bei solchen Arbeiten (Abb. 1434—1446) vergessen, daß man es mit Eisen zu thun hat, d. h. mit einem Material, welches seinen inneren Eigenschaften nach der Ausdruck des Starken, Festen und Unüberwindlichen ist; Arbeiten aus papierdünnem Blechstreifen, nach Art der venezianischen Eisenarbeiten, welche keinen Druck vertragen und nach keiner Richtung wirklichen Halt gewähren, müssen nach den modernen Anschauungen der Technik vollständig verworfen werden.

Die Verarbeitung von Kupfer, Bronze, Aluminium, Zink u. s. w.

Dem Eisen zur Seite standen seit Urzeiten das Kupfer und die Bronze, und es ist schwer zu sagen, welches das ältere Gebrauchsmetall gewesen sei. Kupfer findet sich gediegen in der Natur vor und wird sicher in den betreffenden Gegenden zuerst in Verwendung gekommen sein. Indessen hat es doch nicht den Gebrauchswert des Eisens. Es setzt leicht Grünspan an und ist dann giftig, für viele Zwecke ist es auch nicht widerstandsfähig genug. Der Umstand, daß man nur wenig Eisenwerkzeuge aus alter Zeit gefunden hat, ist kein Beweis, daß es nicht schon sehr früh verwendet gewesen sei, es hält sich eben nur unter ganz besonders günstigen Umständen. Dagegen sind Eisenerze häufiger und auch massenhafter verbreitet, als Kupfererze, und die Herstellung des Eisens aus den Erzen ist nicht so sehr viel schwieriger als das zusammenschmelzen des doch nur in kleinen Stücken vorkommenden Kupfers. Kupfer gewann außerdem aus den oben angegebenen Gründen seine Bedeutung für die Menschheit erst durch das hinzutreten des Zinnes. Zinn gibt mit Kupfer die weit widerstandsfähigere Bronze. Dies Metall ist aber nur sehr schwer zu haben gewesen und mußte im Altertum aus Hinterindien bezogen werden. Die Phönicier brachten es aus Spanien heran, und zur Römerzeit wurde es aus England (Cornwall) beschafft. Ehe sich der Verkehr des Menschen aber so weit ausgedehnt hatte, konnte die Bronze unmöglich eine Konkurrenz für das älteste Material, den Stein, bilden, so daß die Wahrscheinlichkeit vorliegt, das Eisen sei das älteste, zuerst technisch verwendete Metall gewesen, wenn schon die Bronzefunde die älteren sind.



1447. Ägyptische Tiegelschmelzerei.

Die Verarbeitungsfähigkeit des Kupfers wird durch seine Eigenschaften bedingt: Es läßt sich sehr gut schmieden und walzen. Die Schmiedbarkeit des Kupfers ist sogar recht bedeutend und wird noch dadurch erleichtert, daß es abgelöscht, d. h. rotwarm in Wasser gekühlt, weich wird. Man kann also Kupfer sowohl rotwarm als auch kalt schmieden, letzteres namentlich, wenn es vorher abgelöscht worden ist. Durch kaltes schmieden wird es indessen hart und muß daher zwischendurch wieder geglüht oder abgelöscht werden. Dagegen besitzt das Kupfer keine Schweißbarkeit, welche Eigenschaft das Eisen, wenn auch nur zum Teil, nur mit dem Nickel teilt. Die Verbindungen müssen also durch löten, nieten oder, bei Blechen, durch verfalzen hergestellt werden.

Für viele Zwecke erhält das Kupfer, wie bemerkt, seine Verarbeitungsfähigkeit erst durch mischen (legieren) mit anderen Metallen, von denen schon kleine Zusätze wesentlichen Einfluß

zeigen. Kupfer kann bereits durch Zusatz von 1 % Zink gußfähig gemacht werden. Ähnlich fließt Blei schlecht aus, ebenso Antimon; zusammengeschmolzen geben sie das überaus leichtflüssige Letternmetall.

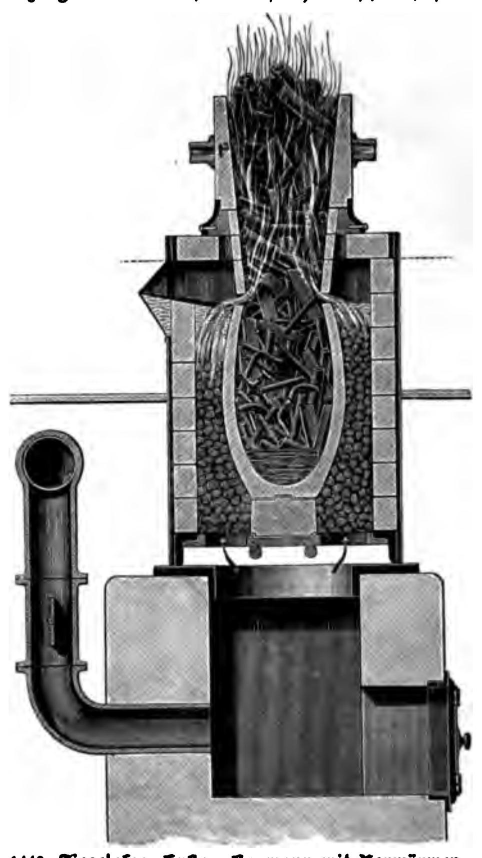
Die Legierungen des Kupfers sind die mit Zinn, Zink und Aluminium, wozu in geringeren Mengen Blei, Mangan, Eisen, Nickel und andere Metalle sowie Phosphor und in neuester Zeit Silicium treten.

Die Kupfer-Zinnlegierungen führen, wie oben angedeutet, den Namen Bronze. Der höchste brauchbare Zusatz beginnt etwa mit 30 % Zinn, welche Legierung wegen ihrer außerordentlichen Polierfähigkeit Spiegelbronze genannt wird, aber so hart ist, daß sie nicht geschnitten werden kann; sie ist spröder als Glas und auch härter als solches. — Durch ablöschen werden die Bronzen weicher, erlangen aber ihre frühere Härte durch erhitzen und langsames abkühlen wieder. Sie verhalten sich in dieser Beziehung also genau entgegengesetzt wie Stahl.

Mit der Abnahme des Zinngehaltes nimmt die Härte ab und die Zähigkeit und damit die technische Verwendungsfähigkeit zu. Bei 20—22 % Zinn ist indessen noch keine Feilbarkeit vorhanden; dagegen gibt das Metall einen schönen Klang und wird in dieser Zusammensetzung zu Glocken, Glockenbronze, verwendet:

Schnell das Zinn herbei
Daß die zähe Glockenspeise
Fließe in der rechten Weise. —
Denn wo das Strenge mit dem Zarten,
Wo Starkes sich und Mildes paarten,
Da gibt es einen guten Klang. —

Die festeste Mischung ist die mit etwa 10 % Zinn, die Kanonenbronze. Uchatius hat hier noch einen Phosphorzusatz eingeführt (Phosphorbronze), welcher namentlich auf Ausscheidung von Sauerstoff wirkt und dadurch ein sehr reines Metall mit möglichster Festigkeit liefert. Ähnliche Wirkungen zeigen Mangau und Silicium. Auch durch starke Pressung wird die Widerstandsfähigkeit der Bronze erhöht. Durch einpressen von Stahldornen in die gebohrten Kanonen erhält die Seele eine größere Dichtigkeit und Härte.



1448. Tiegelofen, System Baumann mit Vorwärmer im Moment des schmelzens.

Zwischen dieser Legierung und der Glockenbronze liegen die Lagerbronzen für diejenigen Verwendungen, welche besonders widerstandsfähig sein müssen. Selbst Spiegelbronze verwendet man zu solchen Zwecken, wie z. B. zu den Spuren (Lagerplatten) der Mühlenzapfen.

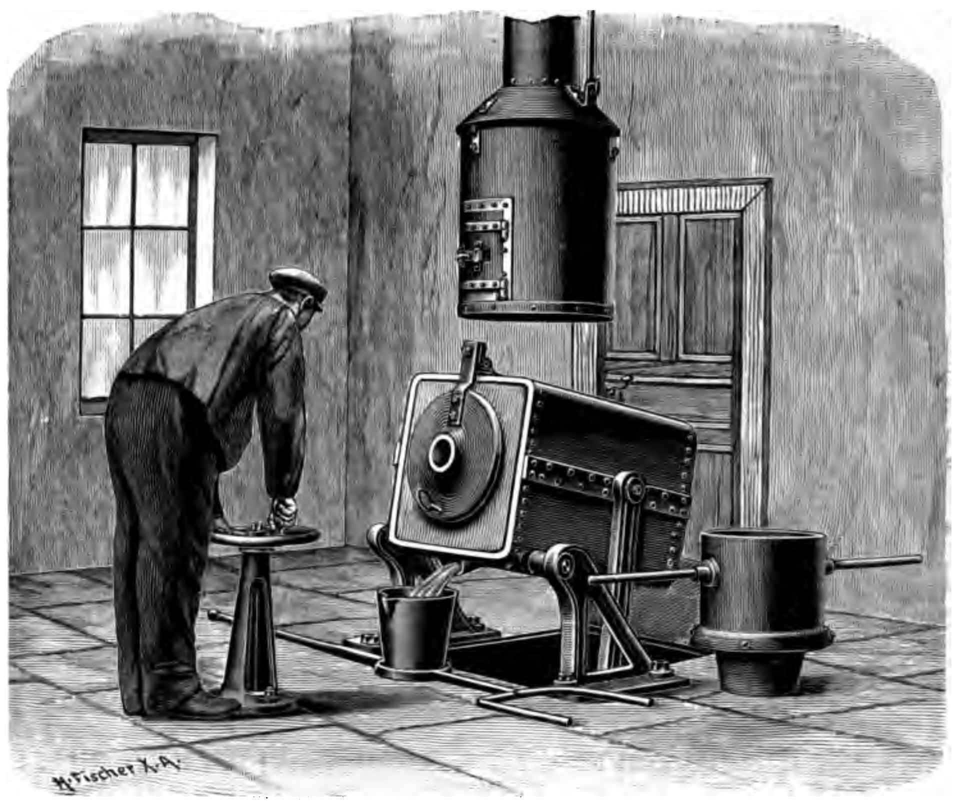
Die Farbe der Legierungen wird schon durch wenig Zinn schön goldig, was sie bis zu den härtesten Mischungen einigermaßen beibehalten. Doch ist der Bruch bereits bei der Glockenbronze weiß. Auch die härteren Lagerbronzen zeigen diese Bruchfarbe.

Die Verarbeitung der Bronzen ist bei den zinnreichen Gattungen nur auf dem Wege des gießens möglich, während Drehfähigkeit und Schmiedbarkeit sich dem des Kupfers mit der Abnahme des Zinngehaltes nähern.

Der Zusatz von Zink zur Bronze führt zu den Statuenbronzen über, weil damit die Dünnflüssigkeit, die Fähigkeit, die Formen gut auszufüllen, zunimmt. Außerdem zeigen diese Legierungen die Eigenschaft, sich in freier Luft mit einer grünen Haut, der an Statuen geschätzten Patina, zu überziehen. Streng genommen ist dies nur ein

Übergang zu der Neigung, Grünspan zu bilden, welche die Bronze an sich nur in geringem Maße besitzt. — Der Zinkzusatz für Statuenbronze ist sehr verschieden und schwankt zwischen 1,38 (Großer Kurfürst in Berlin) und 9,72 (Löwenkämpfer, ebenda), während der Zinnzusatz sich etwa zwischen 1,5 und 7,5 % bewegt.

Das schmelzen des Kupfers und seiner Legierungen bietet keine Schwierigkeiten dar und ist schon sehr früh geübt worden. Abb. 1447 zeigt, daß es schon die alten Ägypter verstanden haben. Es ist dies eine in den Gräbern Thebens gefundene Darstellung, der Zeit etwa 1500 v. Chr. entstammend. Der zur Hebung der Deutlichkeit von dem alten Künstler noch besonders gezeichnete Tiegel steht unmittelbar in einem kräftigen Feuer,



1449. Tiegelofen von R. Baumann im Momente des gießens.

welches von 2 Arbeitern mit Hilfe der eigenartigen Blasebälge im Gang erhalten wird. Die Abbildung ist auch für diese sehr lehrreich: Der Balg hat oben ein Loch, welches mit dem Fuß verdeckt wird, wenn „getreten" werden soll. Dann wird der Fuß aufgehoben, das Loch wird frei, und der Balg wird mit Hilfe der erkennbaren Leine wieder aufgezogen, mit Luft gefüllt. Und daß die Kunst des gießens der Bronze sogar im Inneren des schwarzen Erdteils schon vor Jahrtausenden geübt worden ist, haben ganz vor kurzem die Funde erwiesen, welche nördlich von Kamerun, im Negerstaate Benin — etwa 5° nördlicher Breite — gemacht worden sind: neben Elfenbeinschnitzereien eine Reihe wertvoller Bronzen in Rundkunst und Hochrelief. Da diese Darstellungen neben Negern auch Portugiesen enthalten, so läßt sich kostümhistorisch das Alter auf zwei bis drei Jahrhunderte bestimmen. Die Gußmethode ist die mit verlorenem Wachs, wie weiter unten beschrieben werden wird.

Das schmelzen der Bronze geschieht für größere Mengen in dem bereits bekannten Flammofen. Nur eine Eigenart sei hier, zum Unterschied von der Eisengießerei, erwähnt. Die Abflußöffnung wird bei der letzteren durch einen Lehmpfropfen verschlossen, welcher mit

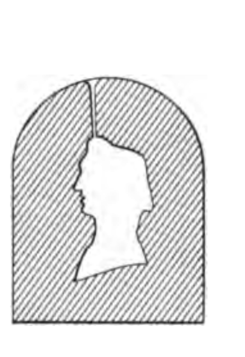
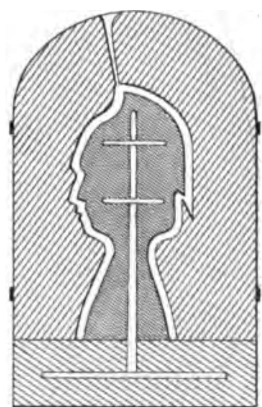
einer spitzen Eisenstange durchgestoßen wird, wenn abgestochen werden soll. Ist die Pfanne gefüllt, so wird ein neuer Pfropfen vorgestoßen und mit dem flachen Ende der dazu benutzten hölzernen Stange verschmiert. In der großen Bronzegießerei ist ein unterbrechen des Abflusses nicht erforderlich, und es genügt ein einmaliges abstechen. Man verwendet daher einen thönernen Zapfen, der von innen, bevor der Ofen besetzt (gefüllt) wird, eingesteckt wird. Dieser wird, wenn abgestochen werden soll, (nach innen hin) ausgestoßen. Sonst wären Schillers Worte nicht verständlich:

Stoßt den Zapfen aus —
Gott bewahr' das Haus!

Der Zusatz kennzeichnet übrigens den Laien und auch wohl das Bestreben des Dichters, zur Feuersbrunst überzuleiten, denn an sich ist das gießen der Metalle in den dazu bestimmten Räumen in dieser Beziehung eine sehr harmlose Sache.

Für kleinere Mengen verwendet man den Tiegel. Die Anlage für einen solchen kann dieselbe sein, wie die bei der Eisengießerei gebräuchliche. Da indessen für das schmelzen der Bronze nicht die hohe Temperatur notwendig ist, wie sie das Eisen erfordert, und weil auch das schmelzen der Bronzen und ähnlicher Legierungen viel schneller vor sich geht, hat man die Handhabung des Tiegels in der Neuzeit wesentlich erleichtert, wovon die Abb. 1448 ein Beispiel gibt. Der hier bereits mit etwas geschmolzenem Metall und im übrigen mit Abfällen aller Art gefüllte Tiegel befindet sich mit Koks umpackt in einem feuerfest ausgemauerten eisernen Gefäß, welches halb über den Fußboden herausragt.

Die vorgewärmte Luft wird durch ein Rohr zugeführt, welches von oben her nach Bedarf verengt werden kann. — Auf dem Ofen, wie man das eingemauerte Gefäß nennen kann, befindet sich zunächst ein abnehmbarer Stutzen und darüber, in der Abb. 1449 leicht kenntlich, der eigentliche Abzug. Aus dieser ist auch der weitere Vorgang beim gießen leicht zu ersehen: Durch Wegnahme des Stutzens wird oben und durch entfernen einer Bodenplatte unten Raum zum kippen des Ofens geschaffen, so daß das flüssige Metall durch die in der Abb. 1448 sichtbare Ausflußöffnung ausfließen und in die Form gelangen kann. Die Einrichtung erinnert an den Piatofen (vgl. Abb. 161, Eisengießerei).

1450. u. 1451. Verlorene Wachsmethode.

Bei dem Guß der Bronzen u. s. w. haben wir zwischen Maschinenguß und Kunstguß zu unterscheiden.

Bei dieser Gelegenheit mag auf eine vielfach verbreitete falsche Bezeichnung aufmerksam gemacht werden. Man unterscheidet in der Regel Eisengießerei von Metallgießerei, Metallhüttenwesen von Hüttenwesen und beachtet nicht, daß Eisen ebenfalls ein Metall ist. Immerhin hat sich dieser Fehler sehr eingebürgert. Metallwaren sind nach der üblichen Bezeichnung keine Eisenwaren, und selbst die offizielle Bezeichnung „Metallwarenindustrie“ schließt Eisen nicht in sich ein.

Die Formen für Maschinenguß — Lagerschalen, Schiffsschrauben und ähnliche Stücke — werden genau so hergestellt, wie die für Eisen, wobei man in der Regel fetten Sand verwendet und auch trocknet. Die Formen entsprechen also vielfach genau dem Masseguß. Dagegen erfordert der Kunstguß ganz andere Vorbereitungen. Der wesentliche Unterschied liegt darin, daß der Maschinenguß meist massiv ist und außen bearbeitet wird, während der Kunstguß bei einigermaßen großen Stücken hohl gefertigt werden muß und unmittelbar nach dem Guß die vollendete Oberfläche zeigen soll, welche nur des putzens und säuberns, nicht mehr der künstlerischen Formung bedarf.

Die älteste Methode, welche wahrscheinlich schon von den Griechen und Römern geübt worden ist und, wie oben angegeben, vor Jahrhunderten bereits den Negern in

Mittelafrika bekannt war, ist die sogenannte verlorene Wachsmethode (cera perduta). Nach dieser wird ein Wachskörper, oder, bei größeren Stücken, eine Wachsschicht hergestellt, deren Inneres dann einen Material ersparenden Kern enthält, und deren Äußeres die kunstvollendete Form zeigt. Dieses Modell wird mit einer widerstandsfähigen Hülle umgeben, worauf das Wachs herausgeschmolzen und durch das Metall ersetzt wird. In beiden Fällen muß das Wachs auf der Oberfläche künstlerisch behandelt worden sein, also die ganze beabsichtigte Vollendung zeigen. Sie wird durch das sorgfältige aufdrücken der in einzelnen Stücken aufgearbeiteten Hülle, welche aus irgend einem geeigneten plastischen Formmaterial als Hohlfläche hergestellt wird, wiedergegeben und erscheint im Abguß um so getreuer, je vollkommener die Hülle aufgedrückt war. Aber die Kunstarbeit ist verloren; gelang der Guß nicht, oder wird eine neue Ausführung gewünscht, so muß sie von neuem geleistet werden. Daher der Name: verlorene Wachsmethode.

Abb. 1450 zeigt den einfachsten Fall. Die innere leere Fläche stellt den Schnitt des aus Wachs modellierten Körpers und die äußere Fläche die Hülle dar, welche nur durch Einguß und event. Steiger durchbrochen ist. In der Abb. 1451 sehen wir einen durch ein eisernes Gerüst gehaltenen Kern, welcher mit der künstlerisch behandelten Wachsschicht bedeckt ist. Dieselbe muß, damit der Künstler freie Hand zum schaffen behält, recht stark gehalten werden, woraus hervorgeht, daß diese Methode meist schwere Abgüsse liefern wird. Die Hülle ist hier zum abnehmen eingerichtet. Nach diesem Verfahren sind z. B. die beiden Rossebändiger vor dem königlichen Schlosse zu Berlin hergestellt worden.*)

1452. Der Abguß wird aus der Form genommen. Nach „Mutter Erde" 1899.

In vielen Fällen ist es jedoch erwünscht, die Künstlerarbeit zu erhalten, so daß man die Figur wiederholt nach demselben Muster herstellen kann. Es ist dies die moderne Wachsmethode, die allerdings wesentlich mühsamer ist.

Das von Künstlerhand aus einer knetbaren Masse — Thon oder einem ähnlichen Stoff — hergestellte Modell, oder die in Guß nachzubildende Statue u. s. w. (Abb. 1452**) wird zunächst mit einem Stoff überzogen, welcher das anhaften des Formmaterials verhindern soll und je nach diesen Materialien ein fettiger, lackähnlicher oder trockenpulveriger Körper ist. Dann wird es stückweise mit dem Formmaterial umgeben, welches sorgfältig dicht in alle Ecken und Winkel gedrängt wird, so daß nirgends ein unbedecktes Flächenteilchen des Modelles verbleibt. Diese Bedeckung muß aber abnehmbar gestaltet, also aus Stücken A zusammengesetzt werden, deren Größe von der Form der betreffenden Fläche des Modelles abhängt; es muß eben abgenommen werden können, ohne daß es sich am Modell verhakt. Um diese Stücke getrennt zu erhalten, formt man sie einzeln, und zwar keilförmig so, daß zwar ein verhaken mit dem Nachbarstück und trotzdem in der richtigen Reihenfolge ein abnehmen stattfinden kann.

*) „Mutter Erde", S. 414.
**) Aus dem Atelier von Prof. Ad. v. Donndorf, Stuttgart.

Wenn es das Formmaterial zuläßt, stellt man die Trennung auch aus eingedrückten Blechstückchen her, welche indessen nicht ganz bis an das Modell heranzugehen pflegen, so daß eine geringe Verbindung verbleibt, die zuletzt durchbrochen wird; zuweilen jedoch werden sie in das weiche Modell eingedrückt. Um hier ein verschieben der Einzelteile gegeneinander zu vermeiden, sind dieselben oft an den Rändern (Abb. 1453) mit Dübeln, halbkugelförmigen Vorsprüngen und dazu passenden Vertiefungen versehen, welche ineinander eingreifen und bei der Herstellung der Formteile gebildet werden.

Ist auf diese Weise das ganze Modell überall bedeckt worden, und hat das Formmaterial die genügende Härte erlangt, so beginnt das sorgfältige abnehmen. Die so hergestellten Hüllenteile kann man nun auch ohne weiteres zur Herstellung eines Gipsabgusses verwenden. Für diesen Fall werden sie vorsichtig wieder zusammengesetzt und durch nochmaliges überziehen mit einer Hülle (Abb. 1453) befestigt, deren Erhaltung indessen nicht beabsichtigt wird. Auch diese kann noch durch binden oder auf ähnliche Weise verstärkt werden, so daß ein unförmlicher Körper entsteht, welcher das fein ausgearbeitete Hohlstück in sich enthält. Nunmehr kann die Form (Abb. 1454) mit Gips ausgegossen oder ausgeschwenkt werden, je nachdem man eine massive oder eine hohle Figur bilden will.



1453. Vorderwand der zusammengesetzten Keilform. Nach „Mutter Erde" 1899.

Soll indessen, und das ist hier die Aufgabe, eine Metallstatue hergestellt werden, so werden diese Hüllenstücke zunächst nicht zusammengesetzt, sondern zur Herstellung von Wachsabdrücken verwendet, deren Dicke der Metallstärke der herzustellenden Figur entspricht. In der Abb. 1455 ist a ein solches Hüllenstück — welches also innen die vollendet künstlerische Form zeigt — und b die sorgfältig eingedrückte Wachsschicht. Je sorgfältiger dies geschieht, desto getreuer wird der Abdruck. Um das erforderliche ablösen zu erleichtern und einen möglichst reinen Abdruck zu erhalten, wird zuerst die innere Fläche des Formstückes eingeölt und mit geschmolzenem Wachs ausgepinselt. Das Material hierzu ist Wachs mit einem Viertel weißem Pech, etwas Talg und Öl, wodurch eine gewisse Zähigkeit hineingebracht wird und Sprünge und Risse vermieden werden. Die diese Weise erhaltene sehr dünne Schicht wird rauh gemacht und mit gewärmten Tafeln Wachs belegt, welche mit den Händen sorgfältig gegen die erste Schicht gedrückt werden. Die so hergestellte Schicht wird nun an den Rändern genau so beschnitten, wie das Hüllenstück, und mit diesen auf den jedesmal passend nachgearbeiten Kern so gelegt, daß die genannten Stücke genau ihre frühere Lage wieder erhalten. Bei dünneren Teilen bleibt der Kern fort und das Wachsstück massiv.

Nach einem anderen Verfahren wird der Kern nach dem zusammenstellen der Gips- und Wachshülle durch ausgießen hergestellt, wozu man gebrannten, fein gemahlenen Gips mit einem Zusatz von einem Drittel Ziegelmehl verwendet, welches dem Gips die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen die Hitze verleiht.

Nunmehr werden die Hüllenteile abgenommen, wodurch die Wachsschicht wieder freigelegt wird, welche dann einer sorgfältigen Nacharbeit unterliegt, worauf die Eingüsse, Steiger und Luftröhren aufgesetzt und der Mantel gebildet werden kann.

Das Material dazu ist, ähnlich wie in der Eisengießerei, ein durch feinen Sand, Kuhhaare und Pferdemist gemischter Thon. Das erste Material wird besonders fein genommen und unter Weglassung der Kuhhaare und des Pferdemistes mit Ziegelmehl, Leim, Eiweiß oder Blutwasser sehr sorgfältig zerrieben mit dem Pinsel aufgetragen. Diese Anstriche werden zwanzig bis dreißig Mal wiederholt, wobei das Material zunehmend je etwas gröber genommen wird, bis die Schicht etwa $2^1/_2$ cm Dicke erreicht hat.

Mit derselben Masse werden dann die vielen Ecken und Winkel ausgefüllt, welche sich zwischen den Eingüssen, Steigern und Luftkanälen befinden, worauf dann das auspacken der weiteren Hülle mit Hilfe von ziegelähnlich geformten Stücken des genannten Formmaterials erfolgt. Zuletzt werden Eisenstangen netzähnlich mit eingefügt, so daß dem Ganzen ein fester Halt gegeben wird. Dasselbe hat naturgemäß das Aussehen eines mehr oder weniger großen Mauerblockes, der seinen kunstvollen Inhalt nicht ahnen läßt.

1454. Das ausgießen der Form. Nach „Mutter Erde."

Nunmehr hat das ausschmelzen des Wachses zu erfolgen, welches gleichzeitig die Vorwärmung der Form für das erforderliche brennen derselben bildet, und dessen Gewicht etwa den achten Teil des erforderlichen Metalles beträgt. Zu diesem Zweck ist vor dem Bau eine Feuerungsanlage errichtet, welche mit Kanälen in Verbindung steht, mit denen der Kloß umgeben wird. Das feuern wird sehr vorsichtig eingeleitet, so daß dem schmelzen des Wachses, welches in besondere Kanäle geleitet wird, ein langsames anwärmen vorhergeht. Nach dem ausschmelzen wird das Feuer verstärkt, bis die Form beinahe glühend geworden ist. Dann wird es entfernt und die ganze Grube mit Erde, welcher man der Feuchtigkeit wegen etwas gebrannten Gips zugesetzt hat, vollgestampft, bis oben hin, so daß von dem Ganzen nichts als die vorstehenden Eingüsse und Steiger zu sehen sind. Hierauf werden offene Kanäle gemauert, welche das flüssige Metall von der Abstichöffnung des ganz nahe gelegenen Ofens bis zu den Eingüssen führen sollen, letztere aber durch Pfropfen zugelegt, welche leicht von einiger Entfernung aus aufgehoben und entfernt werden können.

„Fest gemauert in der Erden steht die Form aus Thon gebrannt."

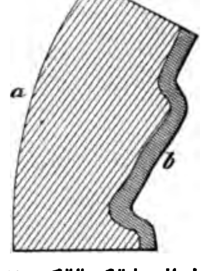
Das eigenartige beim gießen ist, daß man das Metall nicht unmittelbar in die Eingüsse leitet, sondern dasselbe sich über den Pfropfen erst einige Zentimeter hoch ansammeln läßt. Dann erst gestattet man ihm den Einlauf durch abheben der Pfropfen. Man verhindert dadurch, daß die ersten oft bereits etwas abgekühlten Teile des Metallstromes zu schnell in den dünnen Spalten der Form erstarren und dadurch Verstopfungen verursachen, und erhält gleichzeitig durch das vorherige ansammeln unmittelbar über der Form eine möglichst gleiche Temperatur der ganzen Masse.

Schon nach einigen Stunden ist das Metall genügend erstarrt, und man schreitet zum abräumen. Die Form wird durch ausgraben des eingestampften Materials wieder frei gemacht und stückweise abgebrochen, wobei man auch bald zu denjenigen Stellen des

Gußstückes und dem dazu gehörigen Eisenwerk zu gelangen sucht, wo die Öffnungen für den Kern gelassen worden sind, damit auch dieser herausgeholt werden kann. Dieselben werden mit passenden Metallplatten verschlossen, welche durch verhämmern und vernieten befestigt werden. Zum Schluß wird die scheckige Oberfläche der Statue mit Beize aus sehr verdünnter Schwefelsäure metallisch rein gemacht.

Nach diesem Verfahren ist u. a. die Reiterstatue des Großen Kurfürsten in Berlin, welche von Schlüter modelliert worden ist, hergestellt. (S. Uhlenhuth, S. 120.)

Die neuere Methode verwendet eine besondere Art glimmerhaltigen Formsand, welcher sich gut ballen läßt und daher eine große Transportfähigkeit besitzt. Das Modell wird mit diesem Sand stückweise umgeben und erhält so einen abnehmbaren Mantel aus Formsand, der aus mehreren, etwa einen halben Meter hohen Stücken besteht. Nunmehr rückt man die sämtlichen Mantelteile wieder ab, nimmt das Modell fort und setzt erstere wieder hin, zunächst die untere Abteilung. Dieselbe wird innen mit Kohlenpulver ausgestäubt und mit einer etwa 50—80 mm starken angedrückten Formsandschicht bedeckt. Der so entstandene Hohlraum wird mit Gips und Ziegelmehl ausgegossen, wobei unter Umständen ein eisernes Gerüst zur Herstellung der erforderlichen Festigkeit eingegossen wird. Darauf folgt der zweite Absatz und so fort, bis der ganze Hohlraum erfüllt ist. Dann werden die äußeren Formstücke wieder abgenommen, so daß nunmehr die Figur, in Sand gebildet, frei dasteht. Diese wird nun durch abschaben so viel schlanker gemacht, wie die Metallstärke ausmachen soll, worauf der Mantel wieder umgestellt und gehörig gefestigt wird. Die so hergestellte Hohlform wird dann ausgegossen.



1455. Hüllenstück mit eingedrückter Wachsschicht.

Diese Methode ist wesentlich einfacher und billiger als die ältere, da das mühsame Wachsmodell gespart wird und auch das brennen mit den ganzen dazu erforderlichen Einrichtungen entfällt.

Abb. 1456 zeigt eine auf diese Weise hergestellte Statue, an welcher sowohl die Gußnähte (entstanden an den Stellen, wo die Formstücke zusammenstoßen) als auch die Kanäle zu erkennen, durch welche das Metall geflossen ist.

Zwischen dem Maschinen- und dem Statuenguß liegt der Glockenguß, der sich eng an den in der Eisengießerei üblichen Schablonenguß anlehnt. (Vergl. den Abschnitt Eisengießerei und Abb. 192). Wir können uns daher kurz fassen, obwohl Schiller sich in seiner wundervollen Darstellung des Glockengusses mit dem formen gar nicht befaßt hat. In der Abb. 1457*) ist a der aufgemauerte Kern, in dessen Höhlung die Spindel zur Führung der Schablone gelagert ist. Das rohe Mauerwerk wird mit Lehm beworfen und glatt abgestrichen, entsprechend der inneren Form der herzustellenden Glocke. Es geschieht dies schichtenweise, und stets, nachdem die vorherige Schicht vollständig getrocknet ist. Dann folgt ein Anstrich mit fein gesiebter Holzasche, welche mit leimigem Wasser oder Hefe, altem Bier u. s. w. angerührt ist und das anhaften des weiter aufzutragenden Materials bezweckt. Nun wird der Kern durch einlegen von Feuer geheizt und so getrocknet. Darauf folgt das auftragen der Materialstärke aus Lehm und das abstreichen mit einer zweiten Schablone, welche der äußeren Form der Glocke entspricht, immer wieder schichtenweise. Die letzte Schicht wird aus besonders feinem Lehm gemacht. Wieder wird getrocknet und angestrichen, worauf der Mantel aus sogenanntem Zierlehm — Lehm gemischt mit Ziegelmehl, Kälberhaaren u. s. w. — begonnen wird, zuerst fein, dann gröber. An den Stellen, welche Verzierungen, Schrift, Wappen u. s. w. zeigen, werden dieselben, sorgfältig aus Wachs hergestellt, aufgelegt. Auch die Henkel werden, aus Wachs gefertigt, aufgesetzt. Der Mantel wird nun vollendet und dabei durch umgelegte Reifen, Eisenstangen und Haken so verstärkt und vorgerichtet, daß er abgehoben werden kann. Zuvor jedoch wird auch er von innen aus getrocknet, wobei das Wachs herausschmilzt. Nach dem abheben wird die mittlere Schicht entfernt, die Oberfläche überall gesäubert, der Mantel wieder übergebracht und der Guß in der bekannten Weise vorbereitet und vollzogen.

*) E. Uhlenhuth, „Anleitung zum formen und gießen."

Der Guß von Blei, Zinn, Zink, ebenso Messing u. s. w. kann auch in eisernen Formen geschehen, welche dann meistens zum auseinandernehmen oder aufklappen eingerichtet sind und auch ab- oder herausnehmbare Teile enthalten. Diese Formen-Gießkästen haben vor den Sandformen den großen Vorteil voraus, daß sie immer wieder verwendet werden können, und gestatten selbstverständlich auch die Verwendung unzerstörbarer Kernstücke.

Abb. 1458, a bis c, zeigt einen bleiernen Kloben, wie er für eine gewisse Art Akkumulatoren Verwendung findet. Er ist der Materialersparnis wegen hohl gestaltet, besitzt seitlich je drei Rillen, 1, 2, 3, zwei Löcher, 4 und 5 und zwei Rippen 6 und 7. Alles das soll ohne jede weitere Bearbeitung lediglich durch den Guß gebildet werden. Der hierzu verwendete, mit einem Griff versehene Gießkasten (Abb. 1459) besteht aus dem eigentlichen Gießgefäß g, und dem drehbar angeordneten und mit einer zum öffnen dienenden Nase n versehenen Deckel d, welcher bei e zu einem Einguß ausgefeilt ist. Zur Bildung der Löcher 4 und 5 dienen zwei Dorne, p und q, welche vor dem Guß eingesteckt und nach dem erstarren herausgezogen werden.*) — Abb. 1460 zeigt die Form in der zur Aufnahme des Gusses erforderlichen Stellung, und Abb. 1461 dieselbe nach dem öffnen und dem entfernen der Dorne.



1456. Rohguß aus Sandform in Bronze von J. Martin in Paris. (Bayrisches Gewerbemuseum in Nürnberg.)

Auch für Zink eignen sich eiserne Formen, namentlich wenn der Guß hohl sein soll, wozu ein eigentümliches, dem Gipsguß entlehntes Verfahren, stürzen genannt, führt. Die in der Regel zum aufklappen oder sonstigen leichten auseinandernehmen eingerichteten gußeisernen, meist sehr kunstvoll gravierten Formen werden mit dem flüssigen Metall gefüllt und nach kurzem warten wieder entleert. Das Zink erstarrt sehr schnell an den Wandungen der Form und bleibt dort in dünner Schicht sitzen, während das noch flüssige Material ausfließt. Man erhält so sehr scharfe und, weil dünnwandig, sehr leichte Abgüsse. Auf diese Weise entstehen die Lampenkörper und ähnlicher Kunstguß.

Für Zinn verwendet man vielfach zweiteilige Formen, welche in Klötze aus Schieferstein eingearbeitet sind, auf welchem Wege die bekannten Zinnfiguren hergestellt werden.

An den Guß der Statuen und ähnlicher Figuren schließt sich die Herstellung solcher Gegenstände aus Kupferblech, eine Arbeit, welche uns in die Kupferschmiede führt; es ist Treibarbeit und erfordert den Kunsthandwerker, den Meister im modellieren, treiben, gravieren und ciselieren, liegt also außerhalb des uns hier vorgeschriebenen Rahmens. Indessen mag kurz ein hervorragendes Beispiel dieser Arbeit im größten Maßstabe, die Herstellung der Arminius-Statue im Teutoburger Wald an dieser Stelle Erwähnung finden. Hierzu wurde etwa 3 mm starkes Kupferblech verwendet, welches von dem Erbauer des Denkmals, Bandel, Stück für Stück getrieben und zusammengefügt worden ist. Abb. 1462 zeigt den Kopf der gewaltigen Statue mit dem Künstler.

*) Um das aufheben des Deckels zu ermöglichen, muß die Rippe 6 etwas abgeschrägt werden, dem um den Drehpunkt des Deckels geschlagenen Kreise entsprechend. Diese Abschrägung wird nach dem Guß ausgefeilt.

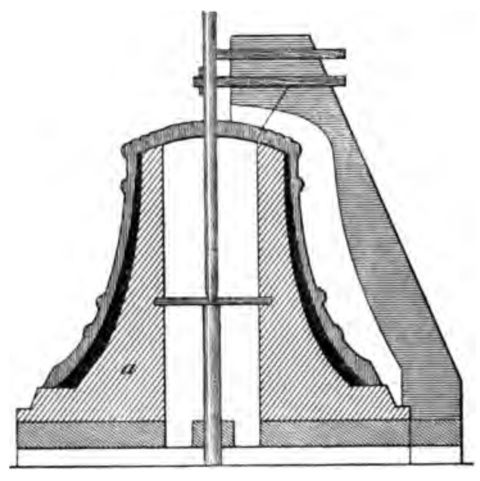
Kupfer mit Zink gibt Tombak, Rotguß, Lagermetall, Messing und Schlaglot, welches letztere zum löten von Messing, Bronze und Eisen verwendet wird. Dasselbe ist wieder sehr hart und hat auch einen hellen Bruch.

Die Bearbeitungsfähigkeit des Messings, welches zuerst in Nürnberg, 1550, bereitet sein soll, ist in kaltem Zustande am größten bei etwa 35 Prozent Zink und nimmt mit dem Zinkgehalt ab. In der genannten Mischung läßt es sich auch rotwarm schmieden und wird durch ablöschen weich. Die Spanbildung ist bei dieser Zusammensetzung ebenfalls sehr leicht und wird noch durch einen geringen Bleizusatz verbessert.

Eine recht brauchbare Legierung ist das Deltametall, bestehend aus 56 Kupfer 40 Zink, 1 Blei und 1 Eisen, auch etwas Mangan und Spuren von Nickel und Phosphor. Dasselbe hat eine schöne, haltbare dunkelgoldgelbe Farbe und läßt sich in warmem Zustande vorzüglich in Gesenke schlagen, auch sonst gut ausschmieden, walzen und zu Draht ziehen, wie auch in Formen gießen. Es zeichnet sich durch seine Haltbarkeit in der Luft und in sauren Wässern aus.

Dem Deltametall ähnlich ist die Tobinbronze, bestehend aus 61—81 Kupfer, 27 bis 5 Zink, 0,2 Eisen, etwas Zinn und Blei.

Nur aus Kupfer, Zink und Eisen bestehen das Aichmetall und das Sterrometall. Alle diese Metalle haben eine schöne goldgelbe Farbe und halten sich gut an der Luft. Weniger gut hält sich Chrysochalk oder Goldkupfer, bestehend aus ca. 85 Prozent Kupfer, 13,5 Zink und 1,5 Blei. Dagegen hält sich das Mannheimer Gold oder Similor, bestehend aus ca. 88,5 Kupfer, 10,4 Zink und 1,1 Zinn recht gut. Ziemlich hart ist Tissiers Metall mit etwa 97 Prozent Kupfer, 1,9 Zink und 1,1 Eisen. Die goldähnlichste Legierung ist wohl das Talmigold mit etwa 90 Kupfer, 9 Zink und 1 Gold, welches letztere entweder auf galvanischem Wege oder durch aufwalzen aufgetragen wird.



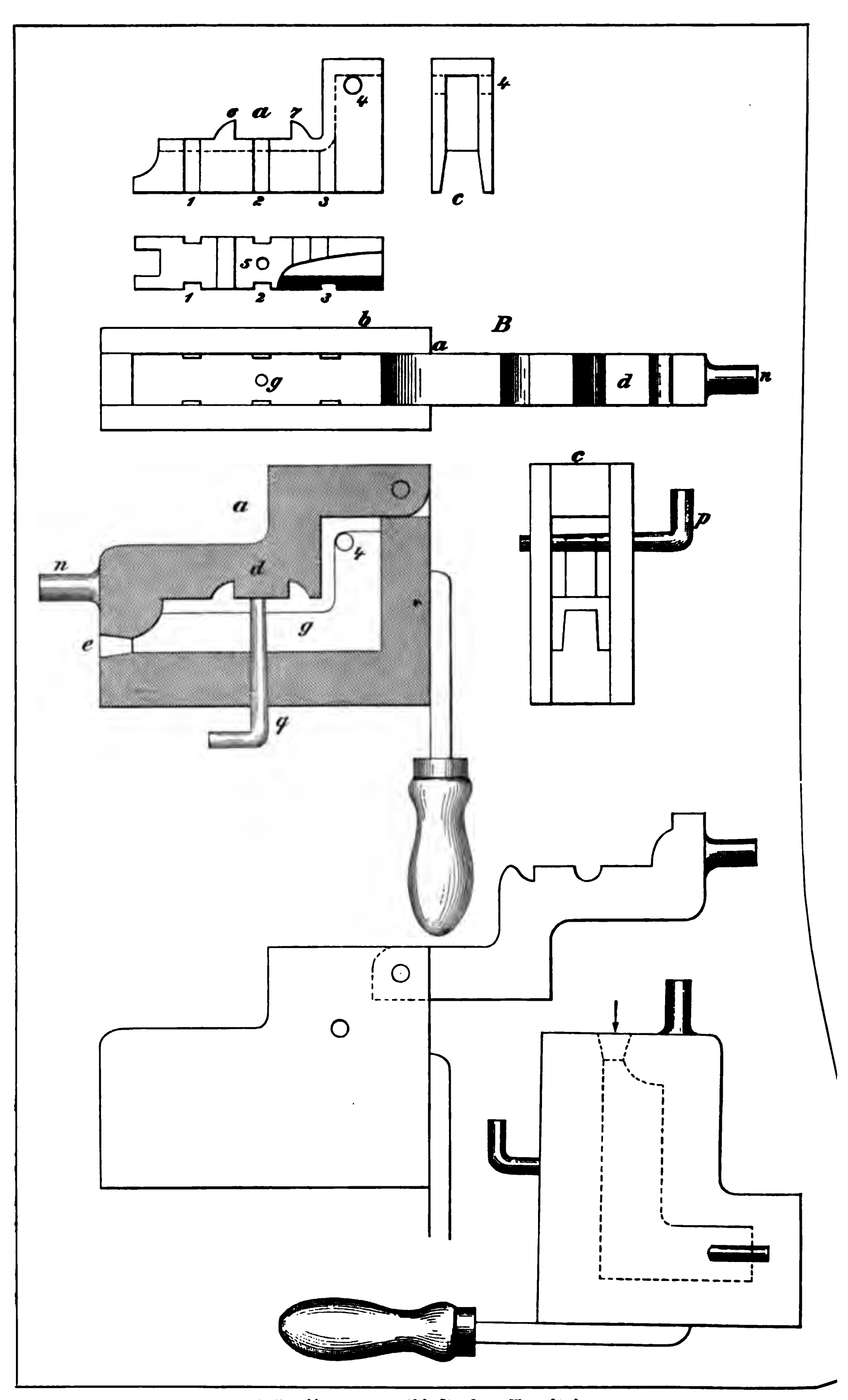
1457. Glockenform.

Kupfer mit 2 bis 10 Prozent Aluminium gibt die schön goldgelb gefärbte und dauerhafte Aluminiumbronze. Dieselbe läßt sich gießen recht gut scharf ausschmieden und hat dabei eine verhältnismäßig gute Härte. Mit kalt oder warm ausgeschmiedeten Klingen kann man nicht zu hartes Holz schneiden, weshalb dies Material zu Obstmessern Verwendung findet. Selbst kleine Aluminiumzusätze wirken günstig, da dasselbe, ähnlich wie der Phosphor, auf Reinheit und daher größere Kohäsion wirkt.

Auch Messing wird (bis zu 8 Prozent) mit Aluminium versetzt, wodurch Aluminiummessing entsteht. Die Farbe ist gelber, als die der Aluminiumbronze, die Bearbeitungsweise ähnlich der des Messings.

Das Aluminium selbst findet fast nur als Blech Verwendung, wozu es sich seiner ausgezeichneten Walzungsfähigkeit wegen ganz besonders eignet. Auch die Schmiedbarkeit ist recht bedeutend, beides in kaltem Zustande, wobei das ausglühen ohne weiteren Erfolg bleibt. Die Spanbildung ist nicht sehr günstig; am besten geht noch das drehen und hobeln. Vielfach ist versucht worden, dem Aluminium durch Zusätze anderer Metalle eine größere Festigkeit zu geben; doch sind bisher sichere Erfolge nicht bekannt geworden. (S. indessen Seite 577). Seine außerordentliche Leichtigkeit und Haltbarkeit an der freien Luft macht derartige Erfolge recht wünschenswert. Sehr günstig scheint ein Zusatz von 10% Kupfer zu wirken, welches auch den Ausdehnungskoeffizienten herabzieht. In Chicago hat man das erste aus Aluminium gebaute Haus vollendet.*) Die Wände bestehen bei ihm aus

*) „Die Technik“ 1899, Nr. 14 S. 221.



1458 bis 1461. Gießkasten für Blei.

ıen Aluminiumplatten von etwa 5 mm Stärke. Das ganze Gebäude ist aus einem e von profilierten Eisen- und Stahlträgern konstruiert, welches mit Aluminium-verkleidet wurde. Selbst die Fensterrahmen des neuen Gebäudes sind in Aluminium :llt. Dagegen ist es jüngst gelungen, das Aluminium zu plattieren, d. h. mit einer an sich getrennten Schicht eines anderen Metalles zu bedecken. Nach einem dem :rger Werkmeister Wachwitz patentierten Verfahren wird auf die beispielsweise 10 mm ehr sorgfältig gereinigte Aluminiumplatte eine solche von Kupfer, Nickel, Silber u. s. w. mm gelegt, worauf man zwischen glühenden Eisen- so lange erhitzt, bis die dem hteſten schmelzbaren Alu- : entsprechende Temperatur ist. Alsdann wird das Paar ıurchgewalzt, wobei die Ver- g der beiden Metalle voll- t. Die dabei zu erfüllende edingung, die Erhaltung :etallisch reinen Oberfläche, ırch den Abschluß erfüllt, die Eisenplatten bilden.

ıas Löten des Aluminiums ge Zeit nicht gelingen wol- ßt sich aber nach dem Ver- von Nicolai, Wiesbaden, :icht durchführen, welcher ı besonderes Lötmittel ver- Dasselbe wird in die Fuge :, worauf diese Stelle von her mit der Lötflamme er- rd, so also, daß das letztere ıt nicht unmittelbar be- Dies fließt leicht und stellt : Festigkeit des Aluminiums ffende Bindung her. — Alu- ı läßt sich, wie soeben ange- leicht schmelzen und so auch en, findet aber auf diesem ıoch wenig Verwendung.

ine sehr nützliche Legie- t das Magnalium, eine ng von Aluminium mit sium, welche mit Erfolg als für Messing und Rotguß bet wird.



1462. Der Kopf des Hermanndenkmals auf der Grotenburg bei Detmold. (Zu S. 574 f.)
Daneben der Schöpfer des Werkes Ernst von Bandel.

ıie Untersuchungen von Mach (Dingler, 1899, Bd. 314) haben ergeben, daß man Zusatz von 10—30 % Magnesium aus dem Aluminium ein brauchbares Material dessen Eigenschaften mit wachsendem Magnesiumgehalt denen des gewalzten Zinkes, ʒs und Rotgusses entsprechen.

:s mag hier noch auf die interessante Thatsache aufmerksam gemacht werden, daß ʒ ganz neu geltende Aluminium — es wurde zuerst im Jahre 1855 von St. Claire : in größeren Mengen vorgelegt — bereits zu Anfang unserer Zeitrechnung dar- gewesen sein muß. Der genannte französische Gelehrte machte seiner Zeit auf die im Plinius: Historia naturalis, Buch 36, Kap. 26, aufmerksam, nach welcher sich etallarbeiter beim Kaiser Tiberius (41 v. Chr. — 37 n. Chr.) meldete und ihm

ein metallenes Gefäß überreichte, welches weiß wie Silber glänzte und sich durch seine auffallende Leichtigkeit auszeichnete. Er gab an, das Metall aus einer thonhaltigen Erde erzeugt zu haben. Es kann dies also nur Aluminium gewesen sein. Tiberius ließ, in der Sorge, daß seine Gold- und Silberschätze durch das neue Metall entwertet werden könnten, den unglücklichen Erfinder enthaupten und die Werkstätte zerstören.

Am meisten dem Eisen ähnlich, nur wesentlich luftbeständiger ist das Nickel. Dasselbe läßt sich recht gut schmieden und walzen, leider aber nicht mit sich selbst schweißen. Dagegen läßt es sich, unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln, auf Eisen schweißen und gibt auf diese Weise nach dem auswalzen das nickelplattierte Blech, aus welchem die sehr beliebten Nickelgeschirre gefertigt werden. — Auch beim Nickel tritt die Gießfähigkeit zurück.

Eine besondere technische Bedeutung haben die Legierungen des Stahles mit Nickel gewonnen. Die modernen Panzerplatten bestehen aus Stahl mit 0,3—0,4 Prozent Kohlenstoff und 3,25—3,5 Nickel, welches demselben eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit erteilt.

Mehr rein wissenschaftlich interessant ist der Einfluß des Nickels auf die Ausdehnung. Der diesbezügliche Koeffizient steigt nach den auf den Stahlwerken von Imphy angestellten Untersuchungen bis zu 24 Prozent Nickel, nimmt dann ab und erreicht ein Minimum bei 33,7 Prozent. Diese Legierung dehnt sich 13 mal weniger als Eisen 20, oder 21 mal weniger als Messing und Bronze, 23 mal weniger als Silber, und 12 mal weniger als Palladium aus, ist also ein ganz vorzügliches Material für Meßwerkzeuge und Pendelstangen.*) Die Legierung ist auch dehnbar, läßt sich zu dünnem Draht ausziehen und nimmt eine schöne Politur an; sie unterliegt endlich den atmosphärischen Einflüssen weit weniger als Eisen und Stahl. Nebenher hält die Stahlnickellegierung den Magnetismus gut, den sie erst bei hohen Temperaturen verliert. Eine besonders günstige Verwendung hat der Nickelstahl neuerdings zu Stehbolzen gefunden, welche zum zusammenhalten der einander gegenüberstehenden Wände der Dampfkessel benutzt werden. Der hierzu verwendete Stahl, wie er in der Februarsitzung 1898 des Western Railway Klub zu Chicago**) vorgelegen hatte, besaß 0,14 Prozent Kohlenstoff, 0,012 Phosphor, 0,94 Mangan, 0,021 Schwefel und 3,7 Nickel. Die Zerreißfestigkeit stellte sich nur auf 25—26 kg bei 19,5 Prozent Dehnung (für 200 mm Länge).

Ein sehr wichtiger Versuch ließ aber die besondere Fähigkeit des Materials für die Verwendung besonders zu Stehbolzen klar erkennen. Dieselben wurden, gebrauchsmäßig zwischen Platten eingenietet, einem Dauerversuch unterworfen, bei welchem die Enden 500 mal in der Minute um stark 3 mm hin- und herbewegt wurden. Die Probebolzen machten 292420, 219220 und 362220 Bewegungen, bevor sie brachen, also etwa dreimal so viel, als das beste bisher zu dem genannten Zweck verwendete Material.

Das Zinn. Dieses schon den Alten bekannte, wenn auch aus der Fremde (Indien, England und Spanien) zugeführte Metall wurde früher mit Ausnahme untergeordneter Gegenstände und Schmucksachen nur zu Legierungen (Bronze) verwendet, hat aber im Mittelalter bis etwa zur Mitte des laufenden Jahrhunderts vielfach zu Eßgeschirren und Hausgerätschaften, Zieraten u. s. w. Verwendung gefunden.

Seine gute Haltbarkeit an der Luft und das immerhin nicht unschöne Aussehen haben es in Verbindung mit einiger Festigkeit zu den genannten Zwecken im Gebrauch erhalten, bis die neueren Legierungen, Neusilber, Britanniametall, Nickel, letzteres namentlich in der Plattierung, es gänzlich beiseite geschoben haben. Für die Technik konnte es an sich seiner geringen Widerstandsfähigkeit wegen wenig Verwendung finden, wennschon es in Anlehnung an andere Metalle — Weißblech — oder als Folie (Stanniol) vielfach im Gebrauch ist.

Die Verarbeitung des Zinnes gibt daher hier zu besonderen Betrachtungen keinen Anlaß.

---

*) S. auch die Untersuchungen von Guillaume: „Stahl und Eisen", 1898, S. 47.

**) „Baumaterialienkunde", 1898, S. 357.

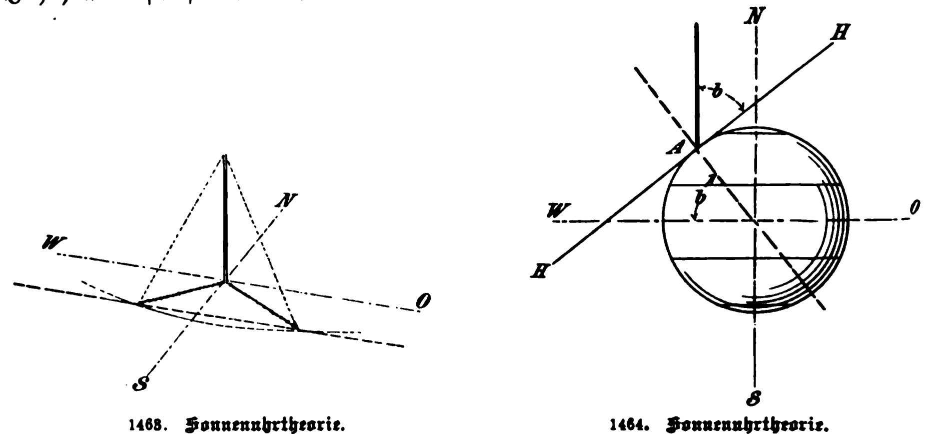
Erfindung und Herstellung der Uhren.

Anfänge. Sonnenuhren. Wasser- und Sanduhr. Feueruhr. Räder- und Gewichtuhren. Die Waaguhr. Die Uhr des Straßburger Münsters. Die Anruhuhr, Taschenuhren. Hemmungen. Uhrwerke für besondere Zwecke. Die Rieflersche Hemmung. Elektrische und pneumatische Uhren. Automaten. Die Fabrikation der Uhren. Die Schwarzwälder und die Schweizer Uhrenindustrie.

Die Uhr nimmt unter den mechanischen Vorrichtungen ihres kunstvollen Baues und ihres bedeutsamen Zweckes wegen eine wichtige Stelle ein. Sie ist eine der merkwürdigsten und jedenfalls die unentbehrlichste Maschine, der Regler des bürgerlichen Lebens, der Ordner des Geschäftsverkehrs, ermöglicht erst die Ortsbestimmung auf dem Weltmeer, ist aber auch dem wissenschaftlichen Beobachter, dem Physiker und Astronomen ein rastloser Gehilfe. Infolge der großen Wichtigkeit möglichst richtig gehender Uhren haben bedeutende Mechaniker sich um deren Vervollkommnung bemüht, und es ist auf die Herstellung weniger anderer mechanischen Vorrichtungen mehr Nachdenken, so viel Wissenschaft und so viel Scharfsinn verwendet worden, als auf die Herstellung der Uhr. Dieselbe ist demzufolge in ihrer Art zu so hoher Vollkommenheit gebracht worden, daß man sie, in ihren nunmehr erreichbaren besten Bauarten, als ein Meisterwerk der mechanischen Kunst anzusehen hat. Um so wichtiger wird es sein, auf ihre Erfindung und allmähliche Ausbildung hier näher einzugehen.

Anfänge. Die sich der menschlichen Erfahrung unmittelbar darbietenden größeren Zeitabschnitte: Tag und Nacht, die Mondwechsel, der Jahreslauf, welche alle schon in den tiefsten Kulturzuständen Beachtung und Ausdruck finden, genügten bei erwachender und steigender Vernunftentwickelung bald nicht mehr; man suchte vorerst durch Schätzung, dann aber durch Messung Unterabteilungen des Tageslaufs festzustellen. Bei verschiedenen Völkern kam man auf verschiedene Teilungen, Wachen von etwa drei unserer Stunden, zweistündige und andere Abschnitte; einer aber wurde überall zuerst festgehalten: die Scheidung von Tag und Nacht, und das Einteilen des Tages für sich und der Nacht für sich. Denn das ist das erste Merkmal des Zeitverlaufes, das sich dem Menschen unabweisbar aufdrängt. Die getrennte Behandlung von Tag und Nacht, der Zeit des Lichtes und der des Dunkels, zieht sich herauf durch die Jahrtausende bei allen Kulturvölkern, ja gilt auch von uns Deutschen, die wir stellenweise bis zum 16. Jahrhundert hin die Nacht vom Sonnenuntergang bis -Aufgang in acht gleiche Teile und den Tag von Aufgang bis Niedergang der Sonne wieder in acht gleiche Teile zu teilen trachteten; andere machten sechs und sechs Teile, wie die Chinesen und älteren Japaner noch heute thun; desgleichen teilweise die Perser. Und diese Einteilungen sind natürliche. Unsere heutige dagegen, welche den Gesamtverlauf von Tag und Nacht in 24 gleiche Teile scheidet, diesen Gesamtverlauf auf einen mittleren Jahreswert bringt (der oft beträchtlich von der Umschwungs-

zeit des Erdballs abweicht), den Gesamtverlauf des Jahres abermals auf einen mittleren Wert setzt und die entstehenden merkbaren Fehler durch Einschiebungen von Schalttagen in fein ausgesonnenem Gang ausgleicht, ist künstlich in hohem Grade. Unsere durch Kulturarbeit nach Jahrtausenden erst erzielte Einfachheit des Messens der Zeitabschnitte ist von der Natur nicht wenig abgewichen, aber deshalb sehr brauchbar geworden, während die an der Natur festhaltenden, in Bildung aber aufsteigenden Völker sich mit nicht endenden Schwierigkeiten in der Zeitmessung abmühen mußten, wollten sie sich selbst treu bleiben, oder wollten sie sich nicht mit groben Annäherungen begnügen und je nach Bedarf Flicken in den Mantel der dahinschwebenden Zeit setzen, um ihn passend zu erhalten. Die Moslim mit ihrem reinen Mondmonat, desgleichen zum Teil die Perser, Chinesen, Japaner (älteren Stils) müssen gelegentlich ganze Monate einschalten, um den ersten Mondmonat wieder mit dem Jahresanfang zusammenzubringen. Das besorgt dort die Obrigkeit, wenn das Übel des Nichtstimmens gar zu stark geworden ist, und das geschieht von Land zu Land erklärlicherweise verschieden. Manchmal hilft man sich mit halben Monaten. Rußland sträubt sich noch immer stolz gegen das Nachbessern, hat übrigens auch schon 13 ganze Tage auf dem Kerbholz der Jahresabschlüsse; die Zeit aber hat Zeit, einmal wird es doch den Sprung machen müssen. Es gewinnt den Anschein, als ob dies mit dem neuen Jahrhundert stattfinden werde.



1463. Sonnenuhrtheorie. 1464. Sonnenuhrtheorie.

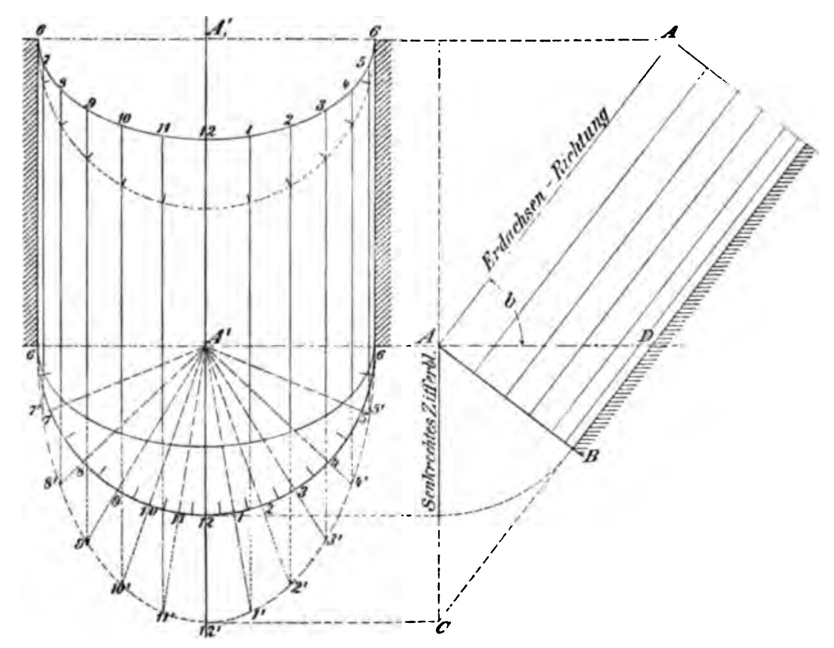
Sonnenuhren. Daß man die Geberin des Tages, die Sonne, die alltäglich im Bogen herauf- und wieder hinabstieg, zur Messerin auch der einzelnen Tagesteile zu machen trachtete, ist natürlich und führte zu den „Sonnenuhren“. Der Gebrauch dieser Zeitmesser hat sich, zur Freude der Naturfreunde, bis heute, in Resten wenigstens, erhalten; einiges über ihre Einrichtung und Geschichte sei hier mitgeteilt.

Der Schatten eines senkrecht aufgestellten Stabes, den die liebe Sonne bescheint, durchläuft am Boden Winkel, von denen man schon früh fand, daß sie sich als Zeitmesser gebrauchen ließen, die man aber auch schon zur Bestimmung der vier Himmelsrichtungen benutzte. Die Verbindungslinie der Enden zweier gleichlangen Schatten des Stabes ergab nämlich die Ostwestrichtung (siehe Abb. 1463), die zu ihr rechtwinkelige Linie die Nordsüdrichtung oder Mittagslinie. Die verstrichene Zeit gab der „Stand“ des Schattens an (wovon unser Wort „Stunde“). Freilich ist die Geometrie einer solchen „Horizontaluhr“ etwas umständlich. Ganz einfach dagegen fällt sie aus, wenn man den Stab in der Nordsüdlinie so weit neigt (siehe Abb. 1464), daß er parallel zur Erdachse kommt, was man erreicht, wenn man ihn um den Breitenwinkel b gegen die wagerechte Ebene H H richtet. Da nämlich die Drehung der Erde um ihre Achse gleichförmig vor sich geht, und diese Achse einen festen Winkel mit der Ekliptik, d. i. der Ebene der Erdbahn, einschließt, so durchläuft der Schatten des Stabes an der Wand eines Hohlcylinders, der um sie beschrieben wird, in gleichen Zeiten gleiche Wege, daher aber auch gleiche Winkel auf einer zur Cylinderachse A A (Abb. 1465) rechtwinkeligen Ebene A B. Die Einteilung in dem

Hohlcylinder und auf der erwähnten Ebene ist somit leicht herzustellen. Diese Ebene steht parallel zum Äquator; man nennt deshalb eine Sonnenuhr dieser Art eine „äquatoriale."

Legt man eine senkrecht zum Boden gerichtete Ebene A C durch die Stabachse und richtet sie rechtwinkelig zur Südnordebene A N S (Abb. 1464), so schneidet sie unseren schattenaufnehmenden Cylinder in eine Ellipse, die in unserer Abb. 1465, soweit sie in Betracht kommt, in dem Zug 612'6 eingetragen ist. Die Winkel, die auf ihr der Stabschatten durchlaufen würde, werden wir nachher bestimmen. Denkt man sich aber den schattenaufnehmenden Cylinder wirklich ausgeführt und durch die senkrechte Ebene A C wirklich geschnitten, so sind an der Kante des entstehenden Schnittes die der gleichmäßigen Teilung 6, 7, 8, 9 u. s. w. des Hohlcylinders entsprechenden und zugehörigen Teilpunkte 6', 7', 8', 9' u. s. w. richtig angegeben.

Das ist benutzt worden bei den zwei großen Sternwarten und zugleich Sonnenuhren, die um das Jahr 1730 herum ein den Wissenschaften geneigter indischer Fürst bei Delhi

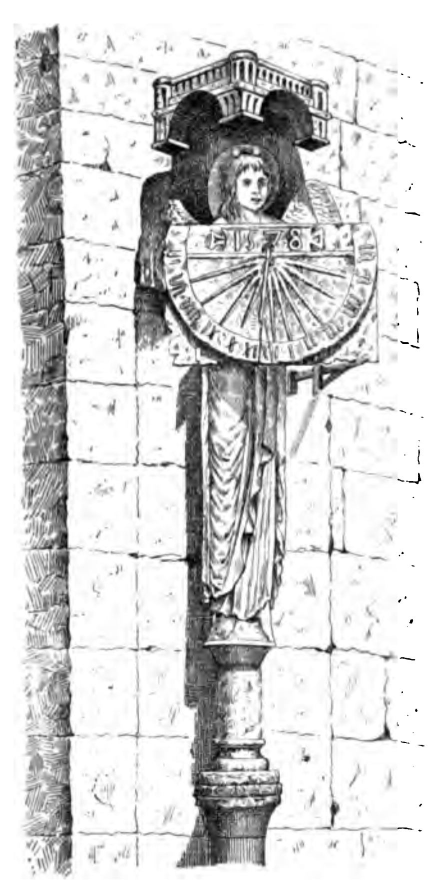


1465. Einteilung der Sonnenuhr.

erbauen ließ. Die in Band II S. 388 dieses Werkes gegebene Skizze stellt die Bauwerke, denn solche sind es, dar, das vordere besonders deutlich, noch groß in seinem Verfall; im Anfang dieses Jahrhunderts wurden sie noch benutzt. Wir vernachlässigten vorhin die Dicke des Stabes; hier ist der durch sie entstehende Ablesungsfehler von vornherein beseitigt, indem die gerade Kante der den Stab vertretenden Mauer als die von den Lichtstrahlen gestreifte Linie behandelt ist, und die beiden Viertel des Hohlcylinders um die Dicke der Mittelmauer auseinandergerückt sind. Der große Halbmesser des geteilten Hohlcylinders — er beträgt 56 engl. Fuß — erlaubt Ablesung von 60stel Graden oder ganzen Minuten; die ihnen zukommenden Teilstriche auf der Cylinderläubung würden um rund 5 mm auseinander fallen; doch war nur je der zehnte Strich aufgetragen. An der Rückseite der Quermauer sind unterhalb der Kante breite Steinstufen angebracht, die der Verfasser beim örtlichen Besuch erstieg. Auf diesen nahmen die Beobachter dereinst ihre Stellung ein, um am Tage den schreitenden Sonnenschatten, in der Nacht das Aufsteigen der Sterne über die Mauerkante zu beobachten. Sie benutzten Glaslinsen, eine als „Objektiv" oben auf der Mauer, eine zweite als „Okular" unten am geteilten Rande. Der fürstliche Erbauer, Dschai der Löwe genannt, hatte 1680 in Benares ein weit kleineres Bauwerk ganz

derselben Gattung errichtet; die Teilstriche daran sind noch heute genau zu erkennen; er mochte wohl gewünscht haben, durch die größeren Warten von Delhi eine größere Genauigkeit der Beobachtungen zu erzielen. An der auf unserem Bild weiter zurückliegenden Warte hatte man, wie aus der Mauerform zu erschließen ist, eine andere, weit verwickeltere Teilungsweise des Lichtstrahlweges verwendet.

Sonnenuhren mit senkrechtem Zifferblatt nennt man stehende oder „Vertikaluhren“, mit welcher Benennung für das Verständnis allerdings wenig gewonnen ist. Ein Verfahren zur Einteilung eines solchen stehenden Zifferblattes ist in unserer Abb. 1465 noch gezeigt. Man verlängert die Projektionen der so leicht auftragbaren Teillinien 7, 8, 9, 10 u. s. w. bis zu ihren Schnitten 7' 8' 9' 10' u. s. w. mit der erwähnten Ellipse 6 12' 6, trägt den Halbkreis 6, 12, 6, der aus dem Mittelpunkt A der Ellipse gezogen ist, auf und verbindet die Punkte 7', 8', 9', 10' u. s. w. mit A', so schneiden diese Verbindungslinien den Halbkreis an den gesuchten Stundenpunkten ein; kleinere Einteilung ist leicht. Der Unterschied zwischen den Mittags- und Abendteilungen ist beträchtlich. Auch für ein wagerechtes Zifferblatt, Ebene A D, läßt sich aus Vorstehendem die Einteilungsweise ableiten.



1466. Sonnenuhr am Meridian der Kathedrale von Chartres.

Senkrechte Sonnenuhren mit schrägem Schattenstab sind an älteren Gebäuden noch viel zu sehen. Nach Viollet-le-Duc waren im Mittelalter solche an den großen Heerstraßen aufgestellt. Wie die Baumeister damals dem Zifferblatt das westöstliche Streichen zu geben wußten, zeigt die in Abb. 1466 dargestellte Sonnenuhr der Kathedrale von Chartres. Heute ist die Sonnenuhr als Zeitangeber an öffentlichen Gebäuden entbehrlich; die Räderuhr hat sie abgesetzt, wohl aber hätte sie für den Baukünstler den Wert, in fesselnder und gedankenreicher Form den Sinn auf die Gaben der Natur, auf die Herrlichkeit des Weltgebäudes richten zu können. Es möchte sich daher wohl empfehlen, die Sonnenuhr ihrer Vergessenheit zu entziehen und sie als stilvolles Schmuckstück namentlich an Kirchen wieder zu verwenden. Das in Abb. 1465 angegebene Einteilungsverfahren kann dabei von Nutzen sein. Von den Abweichungen, die die Lichtbrechung in unserer Atmosphäre mit sich bringt, darf, da diese nicht immer dieselben sind, bei der Einfachheit der ganzen Einrichtung abgesehen werden.

Die Erbauungszeit der betrachteten indischen Sternwarten ist schon die hochgelahrte Europas; europäischer Einfluß ist auch nicht unwahrscheinlich. Diese steife Gelehrsamkeit hat uns aber für unseren Gegenstand etwas gebracht und hinterlassen, das wir ahnungslos alle Tage brauchen, nämlich die Namen der kleineren Zeitabschnitte. Ein 24stel des Tages nannte man von römischer Zeit her hora, was, nebenbei bemerkt, ein uraltes Sanskritwort ist und mit dem griechischen Wort hodos, Weg (des Schattens) zusammenhängt. Die hora verkleinerten die Gelehrten (lateinisch „minúere“) nach morgenländischem Vorbild in 60stel, dieses wiederum in 60stel und einen solchen Kleinteil abermals in 60stel, erste, zweite, dritte Teilung. Daraus bildete man denn in gelehrten Schriften, die alle lateinisch abgefaßt, volksabgewandt waren, die Benennungen:

hora minuta prima, erste Verkleinerung der Stunde = unserer Minute,

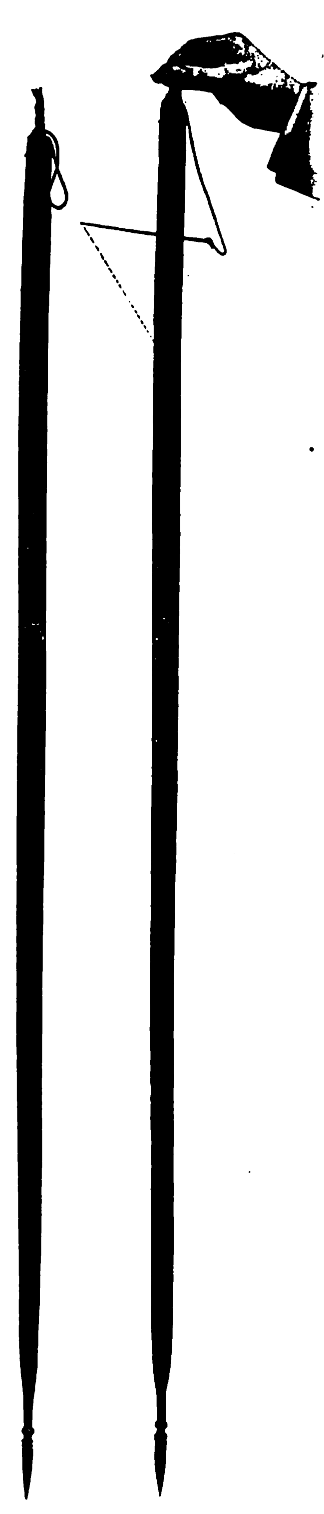
hora minuta secunda, zweite Verkleinerung der Stunde = unserer Sekunde,

hora minuta tertia, dritte Verkleinerung der Stunde = unserer Tertie,

welche letztere jetzt soviel wie verschwunden ist. In vielen Fällen findet man sogar in den alten Büchern noch „Quarten", d. i. 60stel Tertien oder 3600stel Sekunde, d. i. 216000stel der Minute angegeben. Aus den ersten der angeführten gelehrten Benennungen haben wir das zweite Wörtlein, aus der zweiten und dritten je das dritte Wörtlein festgehalten und in unsere Umgangssprache eingebürgert, so fest, daß wir nichts mehr von deren Herkunft empfinden. Es sei aber bemerkt, daß die Italiener in wissenschaftlichen und anderen Schriften die vollen und richtigen Benennungen noch heute gebrauchen.

In Indien benutzen die Pilger, die weit vom Norden, von jenseits der Grenze her zur heiligen Stadt Benares wallen, tragbare Sonnenuhren von sehr merkwürdiger Art, anscheinend noch nirgend beschrieben. Die nebenstehende Abbildung ist die einer in den Besitz des Verfassers gelangten solchen Sonnenuhr, die einem Pilger auf der Fahrt abgekauft wurde. Sie ist nicht gerade eine Taschenuhr, aber doch recht gut tragbar, dient nämlich den frommen Fakiren auf ihren monatelangen Wanderungen als Pilgerstab. Das schattenwerfende Stäbchen steht hier wagerecht. Wir fanden oben den Schattenstab senkrecht, dann schrägliegend und haben ihn nun auch wagerecht vor uns.

Der Schatten seiner Spitze weist auf eine abwärtsgehende Teilung und zeigt dort in der ersten Tageshälfte die Zahl der seit Sonnenaufgang verronnenen halben Stunden an, mittags am tiefsten; in der zweiten Tageshälfte wird der Stäbchenschatten wieder kürzer und zeigt auf derselben Teilung die Zahl der halben Stunden an, die bis Sonnenuntergang noch zu verlaufen haben. Jede der acht Flächen des Stabes trägt eine andere Teilung nebst entsprechender Monatsbezeichnung. Die indischen Monate gehen von Mitte zu Mitte unserer Monate. Vier Flächen dienen für einzelne Monate, die vier anderen für je zwei Monate, die gleichweit von der Sonnenwende abstehen. Das Ganze muß sehr alt sein, da die Monatsnamen sowohl in Sanskrit geschrieben, d. h. eingeschnitzt sind, als auch die alten Sanskritnamen, nicht die Hindustaninamen der Monate sind. Für einen einzigen Monat nur ist eine Ausnahme gemacht, das ist September-Oktober; der heißt auf dem Stab nicht Aßwinah wie im Sanskrit (zu deutsch Windmonat), sondern Ahriman, was der Name des uraltpersischen Geistes des Bösen ist; wiederum ersichtlich ein Kennzeichen von dem hohen Alter der Benennungen. Wenn der wegmüde Fakir die Tagesstunde wissen will, faßt er den Stab bei der an dessen Scheitel erkennbaren Schnurquaste, läßt ihn, der dann sein eigenes Lot bildet, frei herabhängen und richtet dann sein Stäbchen nach der Sonnenseite, so daß dessen Schatten



1467. Indischer Pilgerstab als Sonnenuhr.

auf die Mittellinie der Teilung fällt; die Schattenspitze zeigt dann die Zeit an. Das Stäbchen, das über der eben geltenden Monatsfläche eingesteckt worden war, wird nach dem Gebrauch in eine Bohrung im oberen Stabende versenkt und ist dort sicher aufbewahrt. Der dargestellte Sonnenstab ist nunmehr in die vortreffliche uhrengeschichtliche Sammlung des Kommerzienrates Arthur Junghans in Schramberg (Württemberg) aufgenommen.

Wasseruhren. Als sich das thätige Leben in den Städten in seinen zahllosen Einzelheiten entwickelte, reichten die Sonnenuhren zur Zeitabmessung nicht mehr aus. Leisteten sie doch kaum etwas bei umwölktem Himmel, in regnerischen Zeiten erst recht nichts, und gar nichts nach Sonnenuntergang. Die natürliche, vom Himmel kommende genaue Zeiteinteilung mußte in solchen Zeiten durch etwas Künstliches ersetzt werden. Man nahm zunächst seine Zuflucht zum Wasser, das zwar kein Naturmaß in sich trug, aber doch in der Stetigkeit eines fest geregelten Ablaufes dem leisen, nimmer rastenden Zeitschritt ähnelte. Asien ist wieder das Erfindungs-Gebiet.



1468. Wasseruhr in Kanton (14. Jahrh.).

In Assyrien finden wir die Wasseruhr schon 600 vor unserer Zeitrechnung. Die zu Sardanapals Zeit benutzte assyrische Wasseruhr bestand aus einem ehernen cylindrischen Gefäß, das unten eine feine Öffnung zum Abtropfen des Wassers hatte; es wurde zuerst bei Sonnenaufgang gefüllt; Ausrufer verkündeten, wann es leer geworden, worauf es wieder neu gefüllt wurde, was fünf- bis sechsmal des Tages zu geschehen hatte. Wir dürfen hieraus auf eine dort übliche Sechsteilung des hellen Tages, also auch wohl der Nacht schließen. Das Wasser lief in feinem Strahl aus dem unten angebohrten Gefäß ab in eine untergestellte Schale; die Wasserhöhe im unteren oder oberen Gefäß zeigte Teile des ganzen Ablaufs an. Noch immer sprechen wir ja von dem „Ablaufen", vom „Verrinnen" der Zeit.

Weit früher aber ist allem Anschein nach die Wasseruhr bei den Chinesen, die in Altersfragen immer das letzte Wort haben wollen, schon im Gebrauch gewesen. Die Chinesen, die schon vor Jahrtausenden die Gestirne zeitmessend beobachteten, teilten nach

einigen ihrer Geschichtschreiber schon um 2700, jedenfalls aber um 2300 v. Chr. den bürgerlichen Tag in 2 mal 6 Abschnitte, Keh genannt, 6 für die Tageszeit, 6 für die Nacht. Jedes Keh zerfiel in 100, sagen wir Minuten, und jede Minute in 100 Sekunden. Also damals schon im himmlischen Reich die Zehnmalzehner Teilung! Diese Teilungsweise beschloß auch der französische Konvent im Jahre 1792. Eine von Louis Berthoud 1793 ausgeführte Uhr, die die dezimalen Pendelschwünge — 200000 im Tag — ausführt, ist im Modellschatz der Pariser Uhrmacherschule erhalten; die Schule hat sie vom Enkel Berthouds als Geschenk erhalten. In den Zeiten der Nachtgleichen war jedes Keh gleich zweien unserer Stunden, dazwischen aber ergaben sich Abweichungen, die zu den Zeiten der Sonnenwenden sehr groß ausfielen. Die Messung der Keh war also mit beträchtlichen Schwierigkeiten verknüpft und ein wichtiges Amt. Mit diesem war u. a. unter der Herrscherlinie der Tschéu, 1122—225 v. Chr., eine hochstehende Familie erblich betraut; eines von deren Mitgliedern führte für die Winterzeit die Heizung der Wasserbecken der Uhren mittels warmen, sie von außen bespülenden Wassers ein, eine geschichtlich aufbehaltene That.

In Kanton geht noch heute eine große öffentliche Wasseruhr, von der Abb. 1468 ein Bild gibt. Es sind vier (messingene) Behälter stufenförmig übereinander angeordnet, 33, 22, 21, 23" im Durchmesser haltend, ein Schwimmer zeigt den Wasserstand im untersten Gefäß an. Beim Beginn jedes Tageskehs hängt der Wächter ein Schildchen heraus, das in großer Schrift den Namen des neuen Kehs (siehe unten) angibt, dessen Nummer auch auf einer Glocke am Tage und einem Gong in der Nacht angeschlagen wird. An Zopfigkeit kann das Ganze wohl kaum heute übertroffen werden.

Zahlreiche andere asiatische Formen der Wasseruhr müssen wir übergehen, um zu ihren Anwendungen in Europa überzugehen. Die Römer führten sie aus Griechenland unter dem Namen Klepsydra 159 v. Chr. ein und brauchten sie nicht nur wie die Griechen bei der Gerichtspraxis, um den Advokaten die Sprechzeit zuzumessen, sondern auch im militärischen Dienst zur Bestimmung der Wachendauer.


1469. Wasseruhr.

Was bald hinzukam, auch um jene Zeit im westlichen Asien, war die Drehung eines Zeigers, mit ihr und wegen ihrer die erste Künstlichkeit. Man erzielte die Zeigerdrehung z. B. mittels einer Schnur, wie eine spätere Form dieser sehr alten Einrichtung in Abb. 1469 darstellt. Der Schwimmer A steigt in seinem Becken infolge des Zuflusses aus dem oberen Behälter auf, wobei das Gegengewicht C die Zeigerwelle B mittels der um sie gewickelten Schnur langsam umtreibt. Um den Zufluß zum Schwimmer gleichförmig zu halten, wird dem oberen Behälter immer etwas mehr Wasser, als unten abläuft, zugeführt; ein Überlaufrohr läßt den Überschuß abfließen. — Sollte heute einem guten Uhrmacher die Aufgabe werden, etwa für eine Gartengrotte solch eine stille Uhr zu bauen, so würde er im unteren Becken einen Heber anbringen, der zur Mitternachtsstunde das Wasser ablaufen ließe und damit die Uhr wieder auf Anfang stellte. In Rom müssen solche Wasseruhren mit Zifferblatt und Zeiger häufig gewesen sein. Bei dem Gastmahl des Trimalchio, das Petronius schildert, wird von einer solchen Uhr als etwas Gewöhnlichem gesprochen. „In die Mitte (der Grabmalfläche) stellst du eine Uhr, damit ein jeder, der die Stunde nachsieht, meinen Namen lesen muß, er mag nun wollen oder nicht", sagt Trimalchio, den man heute einen gewaltigen Protzen nennen würde.

Was man mit diesen und ähnlichen Einrichtungen erzielte, ist zu verwundern. Ein Beispiel gibt die berühmte Wasseruhr, die Harun al Raschid im Jahre 799 Karl dem Großen sandte. Durch Eginhard wissen wir folgendes über die Sache:

„Abdallah, Gesandter des Königs von Persien, und zwei Mönche aus Jerusalem, die sich eines ihnen vom Patriarchen Thomas anvertrauten Auftrags entledigten, erschienen vor dem Kaiser. Die beiden Mönche, Georg und Felix mit Namen, brachten Karl einige Geschenke, die ihm der König von Persien sandte, und die, außer anderen Dingen, in einer Uhr aus vergoldetem Erz bestanden, welche mit wundervoller Kunst ausgeführt war. Ein Gangwerk, das von Wasser getrieben wurde, zeigte die Stunden an, und diese wurden noch verkündet durch eine gleiche Anzahl kleiner eherner Kugeln, die in ein kupfernes Becken fielen. Um Mittag sprengten zwölf Reiter aus ebenso viel Thüren, die sich hinter ihnen schlossen, hervor. Noch andere wunderbare Dinge waren an dieser Uhr, doch würde es zu viel Zeit nehmen, von ihnen hier zu sprechen. Sie wurde dem Kaiser dargebracht in seinem Palast in Aachen."

1470. Uhr Karls des Großen.

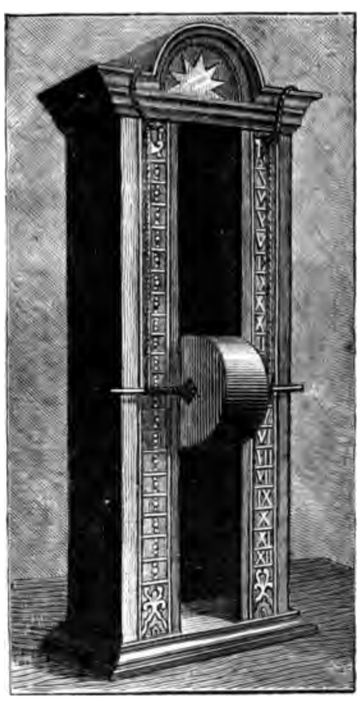
Dem unermüdlichen Forscher in der Entwickelungsgeschichte der Uhren, Planchon in Paris, verdankt man die Auffindung eines alten Druckes, den Abb. 1470 wiedergibt und, offenbar nach der Eginhardschen Erzählung, die Übergabe der Uhr an Karl darzustellen versucht hat. Man sieht die Kügelchen, etwas plump dargestellt, man sieht die Reiterlein und eine ersonnene prachtreiche Aufstellung. Jedenfalls gab Haruns Geschenk ein rühmliches Zeugnis von asiatischer Kunstfertigkeit des 8. Jahrhunderts.

Eine recht merkwürdige Klepsydra ist die sogenannte „geheimnisvolle Walze" oder Walgeruhr, von der Abb. 1471 eine hübsche Ausführung vor Augen führt*). Die stricknadeldicke Achse des Walgers wird von zwei Schnüren getragen, die um die Achse gewickelt und oben am Gestell befestigt sind. Langsam schleicht in zweimal 12 Stunden der Walger herunter, indem seine Achse sich an den Halteschnüren abrollend herabbewegt. Ist der Ablauf vollendet, so wird mit der Hand der Walger wieder hinaufgerollt, wobei seine Achse sich wieder mit den Halteschnüren bewickelt. Die dargestellte hübsche Ausführung ist französischen Ursprungs und stammt schon aus der Mitte des 16. Jahrhunderts, der Zeit, in der König Heinrich II. dem Deutschen Reiche Metz, Toul und Virten (Verdun) entriß. Die Uhrengattung ist nicht so selten, wie man denken möchte, in Bayern und Böhmen findet man sie noch, als von altersher herstammend, im Gebrauch. Auf der Pariser Ausstellung 1889 war

*) Die Bezeichnung Walger für Walze oder Cylinder ist landschaftlich im Gebrauch, findet sich aber auch in wissenschaftlichen Aufsätzen von Kepler.

eine solche Uhr mit der tüchtig übertreibenden Bezeichnung „Klepsydra aus der Zeit Karls des Großen“ zur Schau gestellt. Die innere Einrichtung der Walgeruhr stellt Abb. 1472 dar.

Das runde Gehäuse ist durch Scheidewände in acht Räume getrennt, die am Rande untereinander durch feine Öffnungen in Verkehr stehen. Etwa das untere Viertel des Gehäuses ist mit Wasser gefüllt. Beim beginnenden Abrollen wird der Wasserinhalt der rechtsgelegenen Kammern gehoben, und zwar so viel, daß der Schwerpunkt des Ganzen in die Richtung der Aufhängeschnüre fällt, somit Gleichgewicht entsteht. Sofort aber beginnt auch das Wasser durch die feinen Öffnungen der Scheidewände nach links abzufließen, was dann wieder eine kleine Abrollung zur Folge hat, u. s. w. Abb. 1472a gibt das Innere des Walgers der oben dargestellten Uhr wieder, bei der noch die Feinheit besteht, daß der Mittelraum dem Wasser unzugänglich gemacht ist. Auch sind die einander gegenüberliegenden Fächer durch Röhrchen, von denen nur eines gezeichnet ist, verbunden, um das Hinüberfließen des Wassers bei der raschen Bewegung des „Aufziehens“ zu gestatten. Bei den schlichteren Ausführungen in Bayern und Böhmen ist die Sache so einfach wie Abb. 1472b erkennen läßt, hergestellt. Alle Teile des Gehäuses müssen säuberlich genau ausgeführt sein, die Platten gleich dick, die Wände gleich gestaltet, damit der Schwerpunkt des Walgers genau in seine geometrische Achse fällt. Unter dieser Voraussetzung findet der Gang der sonderbar aussehenden, geräuschlosen Uhr recht gleichförmig statt.*)



1471. Walgeruhr.

Mit der Klepsydra ganz enge verwandt ist die **Sanduhr**, die schon im Altertum aufkam. Der feine, gleichkörnige Sand verhält sich bei seinem Niederrieseln durch eine feine Öffnung ganz wie eine tropfbare Flüssigkeit, verdunstet aber außerdem nicht, bedarf also nie der Erneuerung. Das Neufüllen des Ablaufgefäßes wird durch Umkehren des ganzen Gerätes ersetzt. Eine hübsche Ausführung aus kunstgeübter Zeit stellt Abb. 1473 dar. In kleinem Maßstab brauchen wir noch heute das sich wie von selbst stilrecht gestaltende Gerät, die Hausfrau beim Eierkochen, der Seemann beim Logwerfen, um die Fahrschnelle zu ermitteln.

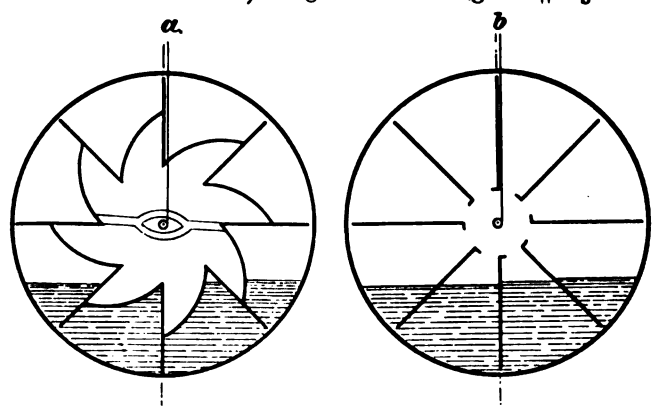
Im Anschluß an die Sanduhr verdient noch die in folgender Abb. 1474 dargestellte Klepsydra angeführt zu werden, die ein kleines Meisterstück deutscher Töpferkunst ist. Sie steht in Paris in der kunstgewerblichen Sammlung im „Hotel Cluny“, dem einstigen klösterlichen Palast der Cluniacenser. Sie ist durch Herrn Planchon, der sie sozusagen entdeckt hat, in „La Nature“ besprochen und als aus Grenzhausen aus dem Beginn des 17. Jahrhunderts stammend erkannt worden. Die Uhr — die 57 cm hoch ist — wird wie eine Sanduhr gewendet, wenn sie abgelaufen ist. Das Ablaufen des Wassers geschieht in Form eines feinen Springstrahls. Das hübsche Gerät, dessen Zierformen in den heutigen Erzeugnissen des fleißigen „Kannenbäckerlandes“ getreulich wiederkehren, scheint im Kloster auf der Tafel als Zeitmesser gedient zu haben, um durch seinen allmählich kleiner und kleiner werdenden Springstrahl die gestrengen schweigsamen Klosterherren an den Zeitverlauf zu erinnern. Vielleicht haben sie indessen manchmal auch „gewendet“.**)

---

*) Neuerdings haben die Fabrikanten van Galen & Terlinden in Rees am Niederrhein die Herstellung von Walgeruhren aufgenommen. Dieselben sind in sehr geschickter Weise dadurch regelbar gemacht, daß die Ablaufbahn schräge verstellbar ist.

**) Es ist bestimmte Hoffnung vorhanden, das hübsche Geräte in der Kgl. Fachschule in Höhr wieder neu erstehen zu sehen. Zunächst bringt die Schule eine neue Ausführung auf der Pariser Weltausstellung 1900 zur Schau.

Feueruhr. Im Mittelalter bediente man sich zu nächtlicher Zeitmessung, die doch gewiß an zahlreichen Stellen notwendig war, hier und da der Kerzen mit Gradeinteilung; man weiß, daß König Ludwig IX. von Frankreich (1215—1270) davon Gebrauch machte. Somit war damals auch das Feuer unter die Zeitmessungsmittel aufgenommen. Öllampen, die man Klepsydern nannte und auch zweifellos als solche benutzte, gibt es in Frankreich noch heute, aber auch bei uns in ländlichen Bezirken. Viele Jahrhunderte alt ist eine andere Art von Feueruhren bei den Chinesen. Aus einem Teig aus Holzpulver und Harz bereiten sie runde Stränge, die sie entweder als gerade Stäbe oder in Kegelspiralform erhärten lassen, worauf sie, wenn an einem Ende angezündet,



1472. Inneres der Walzenuhr. (Zu S. 587.)

ganz langsam und gleichförmig abglimmen. Die kleinsten Spiralen reichen für eine Nacht, die größten für volle sieben Tage. Sie hängen beim Glimmen an einem metallenen Ständer über einer Metallschüssel; die Genauigkeit der Zeitangaben soll für gewöhnliche Zwecke völlig ausreichen. Mit dieser Zeitmessung verbindet der Chinese gelegentlich einen Wecker in der Weise, wie Abb. 1475 verständlich darstellt. Der Glimmstab zeigt an den Tragdrähten die vollen halben Stunden an; der anzubrennende Faden wird an die passende Stelle hingelegt.*) Das Drachenschifflein besteht an der im Besitz des Verfassers befindlichen Ausführung aus Holz. Jetzt dienen in den asiatischen Küstenstädten den Europäern die Zeit-Glimmstäbe zum Entzünden ihrer Glimm-„Stengel“. Sic transit gloria mundi.

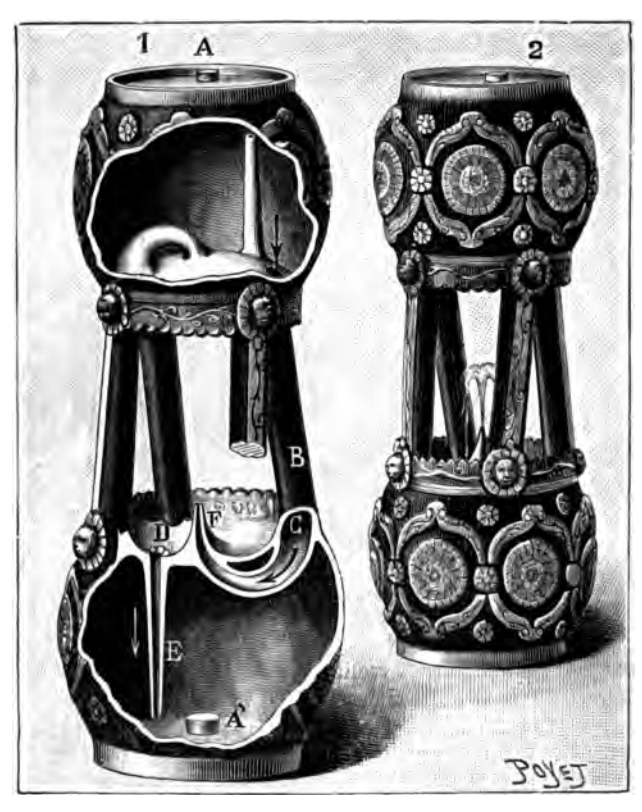


1473. Sanduhr aus dem 13. Jahrhundert. (Zu S. 587.)

Ältere Räderuhren. Gegen den Schluß des ersten Jahrtausends unserer Zeitrechnung scheint das Bedürfnis, Genaueres an die Stelle der Wasseruhr zu setzen — denn von der Feueruhr war ja nur weniges zu erwarten — die Stärke erreicht zu haben, die zu neuen Formen, zu der Räderuhr, führte. Der Schritt war noch ungleich schwerer, als der vom Sonnenstrahl zum Wasserfaden, und das beruhte nicht im Mangel an Geschicklichkeit, sondern in der Natur der Sache. Zwar lag der Schnur- und Gewichtsbetrieb nahe, nachdem er schon bei den Wasseruhren, wie wir bei Abb. 1471 sahen, gute Dienste geleistet hatte. Aber die dauernd gleichförmige Drehbewegung von Räderwerk wollte sich nicht finden lassen und ist auch nicht zu finden, weil die allergeringste Abweichung in Triebkraft und Widerständen schon beträchtliche Änderungen herbeiführt. Selbst bei jenen Fernrohren der Sternwarten, mit denen wir einem Gestirn folgen wollen, erzielen wir die erwünschte gleichförmige Bewegung mit aller mechanischen Kunst nur unter fortwährender Anpassung der Fernrohrdrehung an die des Gestirns (vergl. Bd. II, S. 394). Bei den Drehmaschinen, die wir durch Dampf, Wasser, Gas, Luft betreiben, begnügen wir uns notgedrungen mit Annäherungen. Bei dem Suchen nach der gleichmäßig gehenden Räderuhr verfiel man

*) Vergl. „Deutsche Uhrmacherzeitung“, 1896, Nr. 4, S. 66.

endlich darauf, das Uhrwerk kurze Schritte machen zu lassen, um es dann wieder aufzufangen, die Schritte aber in gleichweit auseinanderliegenden Zeitpunkten beginnen zu lassen. Unter dieser Voraussetzung macht der Zeiger der Uhr in gleichen größeren Zeitabschnitten gleichviel gleichgroße Wege auf dem Zifferblatt. Eine dies herbeiführende Einrichtung nennen wir ein Hemmwerk oder eine Hemmung, weil sie den begonnenen Gang des Werkes immer wieder aufhebt, hemmt, und dann wieder beginnen, das aufgefangene Stück entschlüpfen läßt. Aus letzterem Grunde, wegen des Entschlüpfens, nennen die Franzosen die Einrichtung ein Échappement, von échapper, entschlüpfen, die Engländer Escapement. Das ganz entbehrliche Fremdwort „Échappement" legt scheinbar Zeugnis dafür ab, daß wir uns noch unterwürfig nach Fremdem gerichtet zu haben bekennen; das aber entspricht nicht der Tüchtigkeit unserer Uhrenbauer, die deshalb dem deutschen Worte die Ehre geben sollten. Die erste Hemmung war die sogenannte „Waag".



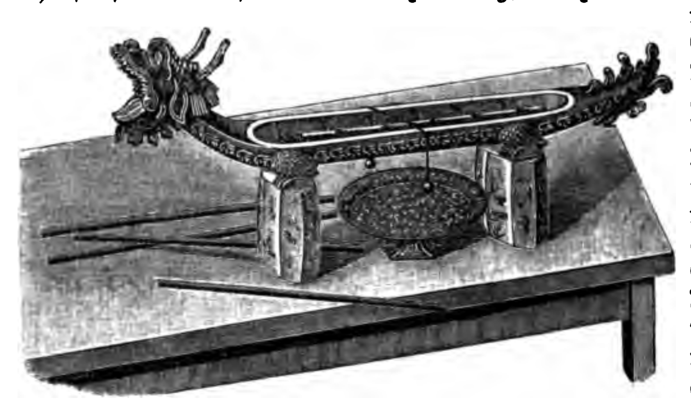
1474. Klepsydra aus Grenzhausen. (Anfang des 17. Jahrh.), jetzt in der kunstgewerblichen Sammlung des Hotels Cluny zu Paris. (Zu S. 587.)

Die Vermutung, daß der gelehrte Kleriker Gerbert (späterer Papst Silvester II.) die von ihm in Magdeburg gegen 990 aufgerichtete Uhr mit Gewichten betrieben, ist nicht bestimmt erwiesen; die Nachrichten sind eher auf eine Sonnenuhr zu deuten; ungewiß ist noch, ob der Abt Wilhelm von Hirschau (gestorben 1090) die Erfindung gemacht. Sicher ist indessen, daß schon 1120 Gewichtuhren mit Schlagwerk vorhanden waren, indem in den Regeln des Cistercienserordens aus dem genannten Jahre den Sakristanen vorgeschrieben wird, dafür zu sorgen, „daß die Uhr vor der Frühmesse schlage und wecke". Demnach ist die Schlaguhr, welche der Deutsche Heinrich von Wiek oder Wyk 1334—70 für den französischen König Karl V. fertigte — dieselbe Uhr, deren Schlag 200 Jahre später in der Bartholomäusnacht das Zeichen zum Beginn von Mord und Blutthat gab — nicht die älteste Schlaguhr, wie man früher angenommen. Ihre Bauart ist übrigens bekannt geblieben.*) Sie ist sehr ähnlich der um 1400 gebauten Nürnberger großen Uhr, welche bis heute erhalten ist (im Germanischen Museum) und von welcher wir in Abb. 1476 eine Darstellung geben.

Sie war keine öffentliche Uhr, sondern befand sich im Turmgemach von St. Sebaldus und diente dazu, dem Wächter die Zeit anzugeben, oder ihn — zu wecken. Das Ziffer-

*) Eine vollständige Abbildung der Pariser Uhr gibt das „Allgemeine Journal der Uhrmacherkunst" 1898, Nr. 12 nach Moinets „Lehrbuch der Uhrmacherei". Es ist dort gesagt, daß die Uhr die älteste Turmuhr sei, was aber, wie gesagt, nicht richtig ist, da die alsbald zu erwähnende Uhr vom Doverkastell etwa 20 Jahre früher gebaut und in Gebrauch gekommen ist.

blatt hat Sechzehnerteilung. Es ist auf unserer Zeichnung abgenommen gedacht. Die Uhr zeigt zugleich, abgesehen vom Wecker, den durch jene Jahrhunderte üblichen, dem Pendel vorangehenden Regler des Uhrenganges; es ist die erwähnte Waag (s. unsere Abbildung) ein um eine senkrechte Achse hin- und herschwingender Stab. Man nannte ihn auch Schwengel, die Bilanz, das Libramentum, Äquilibrium, auch Rastrum, letzteres wegen der Kerben für die kleinen Belastungsgewichte, mittels deren seine Schwingungszeit geregelt wurde. Die Achse der Waag hat zwei Schaufeln p und q, welche beim Hin- und Herschwingen abwechselnd in die Zähne des Kronrades 35 eingreifen und dasselbe hindern, der Kraft des Treibgewichts folgend, abzulaufen. Sobald die eine der Schaufeln das Kronrad auffängt, zwingt letzteres den Waagarm, in seiner Bewegung umzukehren, worauf die Schaufel dann einen Zahn des Kronrades durchschlüpfen läßt. Inzwischen gelangt aber die gegenüberliegende Schaufel mit den vor ihr befindlichen Zähnen des Kronrades in Eingriff und fängt das Kronrad wieder auf, worauf letzteres die Waag zum Rückschwunge bringt. Die Hin- und Herschwünge der Waag geschehen langsamer oder schneller, je nachdem die kleinen Gewichte weiter hinaus von der Achse oder näher an dieselbe gesetzt werden. Das Kronrad, zusammen mit der Waag und deren Achse nebst den Schaufeln, bildet das, was man die Hemmung, das Hemmwerk der Uhr (auch mit dem überflüssigen Fremdwort Echappement) nennt. Die Waaghemmung ist nicht gerade schlecht, denn sie hat Jahrhunderte hindurch ihre Aufgabe erfüllt; allein sie ist auch nicht gut, weil sie wegen der unvermeidlichen Stöße und der wechselnden Reibungshindernisse sich nicht zu einer sehr genauen Regelung des Uhrganges eignet. Verachten wir sie aber nicht, diese alte Waaghemmung. Sie hat ihre Kulturaufgabe redlich erfüllt. Kennten wir den Erfinder endlich, wir müßten ihn krönen. Hat doch im Doverkastell eine eiserne Waaguhr, die 1348 in der Schweiz hergestellt war, erst im Jahre 1872, also nach 524 Jahren, ihre treuen Dienste eingestellt. Sie ist zur Ruhe gesetzt im Süd-Kensington-Museum in London; der deutsche Besucher, der auch nur ein wenig Uhrenfreund ist, sollte auf keinen Fall achtlos an ihr vorübergehen.*)



1475. Chinesische Feueruhr. (Zu S. 588.)

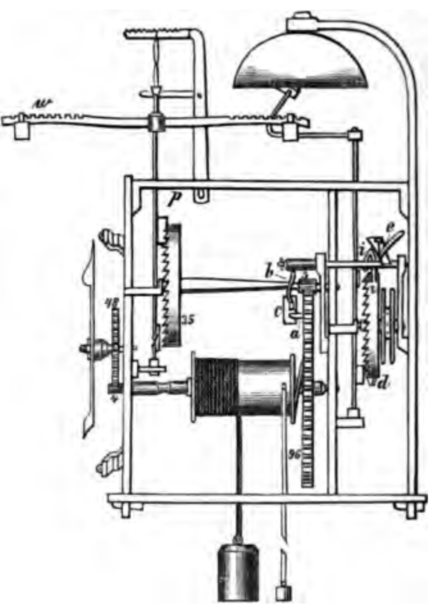
Dazu liegt noch ein besonderer Anlaß vor, den ich nicht unerwähnt lassen möchte. In der trefflichen Zeitschrift „La Nature“ wird bei Besprechung der Walgeruhr (Abb. 1471) mit einer Art von Spitzigkeit gesagt, die „geheimnisvolle Walze“ stehe so hoch da, habe ganze 350 Jahre Zeit überdauert, weil sie „keine Mechanismen habe“, während sonst die alten Uhren „mit ihren rostigen Federn, ausgebissenen Räderzähnen, und schief eingesetzten Achsen nichts anderes mehr sein könnten, als Zeugnisse von einer verschwundenen Kunst“. Nun, die Uhr vom Doverkastell mit ihren Rädern und Federn hat $1^3/_4$ Jahrhunderte länger gedient, als die „Geheimnisvolle“, und ist noch jetzt in gangbarem Zustand, verdient also nicht gegen jene zurückgestellt zu werden; anderseits hat aber auch die Walgeruhr Mechanismus, die zweifache Schnur mit der bewickelten Achse und die Wasserfächer mit ihren feinen Bohrungen bilden einen Mechanismus. Als ob

*) Denison sagt in seinem „Rudimentary treatise on clocks and watches“, die Uhr habe ein Pendel gehabt, das ist aber falsch, sie war und ist noch heute eine echte Waaguhr. Gute Abbildung in Gerlands Mitteilung in „Westermanns Monatsheften“, 1884; Bd. 56, S. 678.

Seil- und Riementrieb und Wasserrädertrieb keine Mechanismen wären, was ja dann auch vom Schiebertrieb der Dampfmaschine gelten würde, wo auch durch enge Kanäle eine (gasförmige) Flüssigkeit tritt. Diese Maschineneinrichtungen sind ebensogut Mechanismen wie die Räder- und Federtriebe. Verrostete und zermorschte Walgeruhren gibt es auch; der Beschreiber der obigen erhaltenen spricht selbst von 20 Stück aus derselben Fundgegend, die „sämtlich ungangbar seien“.

Die Waaghemmung wurde im Laufe der Jahrhunderte nach ihrem Aufkommen indessen auch wesentlich verbessert und ist in ihrer verbesserten Form als „Spindelhemmung“ noch bis heute vielfach im Gebrauch.

Die Waag hat nämlich als Regler des Uhrganges den großen Fehler, daß sie nicht von selbst zurückschwingt, sondern erst durch den Gegenstoß an der anderen Schaufel gezwungen werden muß, jedesmal umzukehren. Sich selbst überlassen, ohne Gegenstoß, würde sie sich so lange weiter drehen, bis die Reibung sie zum Stillstand brächte. Etwas allerdings strebt dem entgegen, d. i. daß die Waagachse an einem doppelten Faden oder Schnürchen hängt (s. unsere Abbildung), welches sich zusammenzwirnt, also die Waagachse hebt, wenn ein Ausschlag aus der Mittellage erfolgt. Hiermit wird eine Kraft geschaffen, welche den Rückschwung einleiten möchte. Allein diese Wirkung ist bei der Kleinheit des Schwingungswinkels (lange nicht 90 Grad nach jeder Seite) zu klein, um von Bedeutung zu sein. Man kam aber doch darauf, die genannte Wirkung zu verstärken oder recht eigentlich erst herbeizuführen durch Anbringung einer Feder, welche auf die Waagachse wirkte, eine Feder, welche in der Mittellage ungespannt war, wenn aber nach links oder rechts ausschlagend, nach rechts oder links gespannt wurde. Diese Hilfsfeder suchte somit die Waag immer nach der Mittellage zurückzuführen und verlieh ihr eine gewisse Regelmäßigkeit des Hin- und Herschwingens.



1476 Nürnberger Räderuhr im Germanischen Museum zu Nürnberg.

Es scheint, daß diese hochwichtige Erfindung nur auf kleine Uhren Anwendung fand. Sie gestattete aber, die Hemmung zu regeln, ohne die früher erwähnten Gewichtchen anbringen zu müssen; man verstellte die Kraft an der Schwingungsfeder. Nun konnte man die Waag in ein festes Gebilde überführen; man gestaltete sie als Rad und nannte dieses nun die Unruh (bei den Franzosen ist der alte Name Balancier, d. i. Waagbalken, noch geblieben). Die Schwingungs- oder Schwungfeder konnte bei kleinen Uhren sehr leicht sein: man gestaltete sie aus einer Schweinsborste oder einem dünnen Bündel von solchen. Mit diesen Schwingungsfedern rüsteten die Uhrenbauer ihre Werke aus, die nun an Verbreitung mehr und mehr gewannen.

Wer waren denn diese Uhrenbauer? Man muß unterscheiden. Die großen, kunstvollen, die Turmuhren u. s. w. wurden von Künstlern, namentlich Astrologen und Astronomen, hergestellt, die kleineren aber selbständig vom Schlosser. Unsere Abb. 1477 gibt ein altes Bild einer Orelmacherwerkstatt wieder. In Nürnberg entwickelte sich die Uhrmacherei zuerst zu hoher Bedeutung. Eine Reihe von tüchtigen Schlossern oder „Plattnern“ beschäftigten sich mit dem Uhrenbau; erst später trennten sich die „Hormacher“, „Orelmacher“, „Ormacher“ als besondere Gewerbsleute ab. Ein solcher Schlosser und „Ormacher war auch Peter Henlein (bis vor kurzer Zeit unrichtig Hele genannt), der gegen 1500 es in seiner Geschicklichkeit soweit brachte, tragbare Uhren herzustellen, mit einem Wort, die erste Taschenuhr baute. Diese hatte eine Unruh wie beschrieben und wurde statt durch

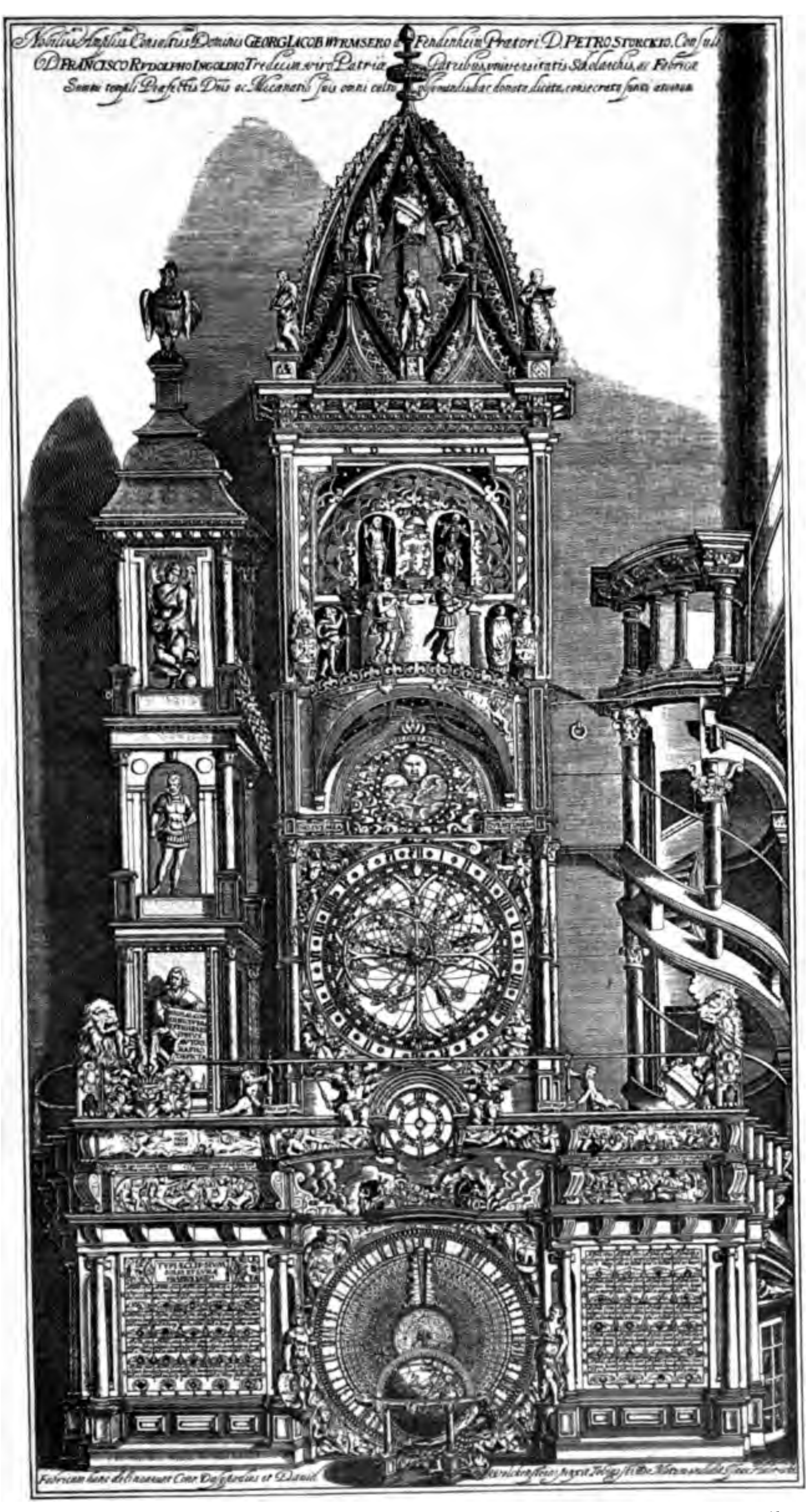
ein Gewicht durch eine Spiralfeder, Zugfeder nennt sie der Uhrmacher, betrieben. Es ist jetzt durchaus bestätigt, daß Henlein (geb. 1480, gest. 1542) der wirkliche Erfinder der Taschenuhren ist, die 1511 schon von ihm so ausgebildet waren, daß sie 40 Stunden gingen und sogar auch schlugen, „gleichviel ob sie im Busen oder in der Geldbörse getragen wurden“. Sie wurden zuerst in Dosen, sogenannte Bisamknöpfe oder Bisamäpfel, gesetzt und bekamen bald den bekannteren Namen der Nürnberger Eier oder Eyerlein. Dieser Name ist, wie sich immer sicherer herausstellt, mißverständlich außerhalb Nürnbergs entstanden; die ersten Taschenuhren hatten gar nicht die Eiform, wie man aus der Abb. 1485 erkennen kann. Den Namen für den Zeitmesser hatte man aus lateinisch hora, die Stunde, gebildet, und nannte ihn Hora, Hore, dann auch Ore, und die kleinen, in Nürnberg aufkommenden Örlein, Örrlein. Aus diesen letzten Formen entstand dann bei Nichtverstehenden „Eyerlein“ und daraus schließlich „Eier“, „Nürnberger Eier“. Henleins Erfindung ward in dem Jahrzehnt nach der Entdeckung Amerikas gemacht. Auf Ausführungen kommen wir weiter unten zurück. Von welcher Bedeutung die Erfindung der Taschenuhr war und ist, wird bei einigem Nachdenken klar. Deshalb darf Deutschland stolz auf sie sein. Auf des Verfassers Anregung hin hat der deutsche Uhrmacherbund beschlossen, dem trefflichen Plattnermeister in Nürnberg ein ehernes Denkmal zu errichten. Das Modell dazu, in gebranntem Thon ausgeführt, wird in der Pariser Ausstellung 1900 eine Zierde der Uhrenabteilung bilden.


1477. Uhrmacherwerkstatt aus dem 16. Jahrh. (Nach Jost Amman.)

Die Straßburger Münsteruhr. Wir dürfen indessen die Waaguhr nicht verlassen, ohne der weltberühmten, zuerst mit ihr ausgerüsteten Uhr im Straßburger Münster zu gedenken.

Wie schon oben zu ersehen, hatte man früh angefangen, mit den Uhren Weckerwerke und auch vollständige Schlagwerke zu verbinden. Aber nicht bloß das geschah, als man die Waaguhr hatte, sondern man fügte auch astronomische Zeigwerke hinzu und daneben zur Lust der Zuschauer, denen das astronomische Verständnis wie die Sterne fern bleiben mußte, bewegliche Figuren, wie schon zu Haruns Zeit. Eines der berühmtesten Uhrwerke dieser Art ist das straßburgische. Schon im Jahre 1352 hatte man für den Münster eine für jene Zeiten sehr künstliche in Holz ausgeführte Uhr begonnen, nach zwei Jahren unter dem Bischof Johann von Falkenberg vollendet und in dem südlichen Kreuzarme aufgestellt; sie wurde indessen nach 200 Jahren durch eine neue, noch bei weitem kunstvollere ersetzt. Diese zweite oder „neue“ Uhr, von den Schaffhauser Uhrmachern Isaak und Josias Habrecht 1571 begonnen und 1574 in Gang gesetzt, hörte im Jahre 1789 auf zu gehen. Sie galt für jene Zeiten als ein Wunder der Mechanik und ihre Wiederherstellung für unmöglich, weshalb man die uralte Sage von der Blendung des Verfertigers an sie wieder heranbichtete. Der treffliche Mechaniker und Uhrmacher Joh. Bapt. Schwilgué aber hat vom 24. Januar 1838 bis zum 2. Oktober 1842 ein Werk geschaffen, welches das alte, das man noch im Frauenhause zu Straßburg sehen kann (auf ihr auch ein Bildnis des Kopernikus), weit hinter sich läßt und ein Bild von dem hohen Stande gibt, den die Uhrmacherkunst jetzt einnimmt.

Die neue Uhr, die übrigens in Form und Größe die alte annähernd wiedergibt, weshalb wir sie gerade an dieser Stelle zu besprechen haben, hat wie diese im Vorder-



1478. **Die alte Uhr des Straßburger Münsters.** (Nach dem Stich von Isaak Brunn.)

grunde eine Himmelskugel, welche die Sternzeit, d. h. die tägliche Bewegung der Sterne, angibt. Auf derselben sind über 5000 Sterne eingezeichnet, und zwar von der ersten bis zur sechsten Größe in ihren Gruppen zusammengestellt; sie vollbringt ihren Kreislauf in einem Sterntage, der um 3 Minuten 56 Sekunden kürzer ist als der Sonnentag. Außer dieser täglichen Bewegung vollzieht die Himmelskugel noch eine zweite, die Darstellung des Vorrückens der Tag- und Nachtgleichen, indem die Nachtgleichenpunkte im Tierkreis jährlich um 50,2 Sekunden zurückgehen, weshalb der Frühlingspunkt sich nicht mehr, wie um 150 v. Chr. im Widder, sondern schon im östlichen Ende der Fische befindet.

Hinter der Kugel ist auf einer Scheibe ein ewiger Kalender angebracht, auf welchem eine Apostelfigur den Tag mit einem Pfeil anzeigt. Nicht allein aber, daß die Uhr im Schaltjahr ihren Gang verändert, sondern sie veranschaulicht auch durch einen eigenen Mechanismus die als Säkularschaltjahr bekannte Unregelmäßigkeit, wonach in 400 Jahren drei Schalttage ausgelassen werden. Zwischen dem 31. Dezember und dem 1. Januar stehen die Worte: „Anfang des gemeinen Jahres“; fällt aber ein Schaltjahr ein, so verschwindet das Wort „gemein“, und es tritt zwischen den 28. Februar und den 1. März der Schalttag ein. Auf den Glockenschlag der Mitternachtsstunde des 31. Dezembers stellen sich die beweglichen Feste des Jahres auf ihre Tage ein.

1479. Galileis Pendeluhr.

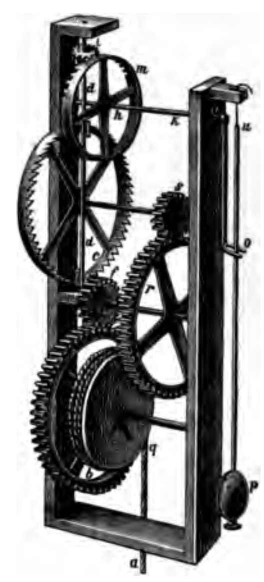
Ein Feld mitten im Kalender ist zur Angabe der bürgerlichen Zeit bestimmt, welche mit der wahren Zeit nur zweimal im Jahre übereinstimmt. Das Zifferblatt ist ein gewöhnlicher Stundenring, doch werden auch auf ihm angegeben: Sonnenaufgang- und Untergang für Straßburg, die wahre Sonnenzeit, die Mondphasen und Finsternisse. Außerdem zeigt die Uhr noch alle Kalenderzahlen, nämlich die Jahreszahl, den Sonnencyklus, die Goldene Zahl, die Römerzinszahl, die Sonntagsbuchstaben, die Epakten und das Osterfest. Die Ringe, welche die bezüglichen Zeitbestimmungen auf sich tragen, müssen ihre Umläufe in sehr verschiedenen Zeiträumen machen, z. B. der für den Sonnencyklus in 28, der für den Mondcyklus in 19 Jahren und Bruchteilen, die aber in der Uhr mit großer Genauigkeit berücksichtigt sind und zwar mittels sogenannter Umlaufräderwerke. Höchst einfach dagegen ist der Mechanismus der Jahreszahl. Er ist ein kleines Zählwerk, wie solche an Datumstempeln, Akten-, Fahrkartenstempeln u. s. w. in Gebrauch sind. Nur geht dieses Zählwerkchen sehr langsam; der Tausenderring würde in 10000 Jahren erst eine Umdrehung machen.

Viele bewegliche Figuren mit allerlei Sinnbildern beleben äußerlich das Werk; sie ziehen das große Publikum stets an, vor allem der Hahn oben auf der Nebenturmspitze, welcher zu Mittag mit den Flügeln schlägt und kräht, Augenblicke, welche — die Taschendiebe an den oft hingerissenen Zuschauern gern ausnutzen, was jetzt ein Schutzmann stets bekannt macht.*) — Astronomische Schauuhren mit allerlei Figurenwerk werden auch noch in unserer Zeit von einzelnen Uhrmachern mit übergroßen Opfern an Zeit und Mühe

*) Von der alten Uhr sagt Dasypodius 1574, daß sie „das fürnemmeste“ Stück sei „an diesem ganzen astronomischen Uhrenwerk, wiewohl der gemeine Man, auch die so vermeinen etwas zu wissen, solches aus unwissenheit und unverstand der Astronomey nicht wissen noch können bedenken, sondern achtens geringer, dann das hanengeschrey und die Kinder, das Stundglaß und anders so von bildern gemacht ist, welches nichts anders dann ein zierdt ist und weniger kunst hat.“

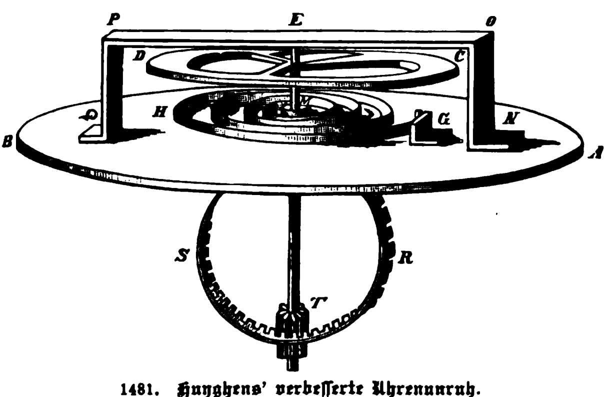
hergestellt; in dem Ehrgeiz und der Freude an ihrem Gelingen steckt innerlich ein warmes Gefühl für die Natur, das wir nicht unterschätzen dürfen.

Die Pendeluhr. Nachdem die Waag gegen sechs ganze Jahrhunderte als Gangregler der Räderuhr gedient und schon über ein Jahrhundert für kleinere Uhren auf die beträchtlich verbesserte Form der Unruh gebracht worden war, stieg das Verlangen nach einem genaueren Taktgeber für große Uhren vor allem dadurch, daß die astronomischen Messungen von Kopernikus' Zeiten an immer genauere Zeitangaben forderten. So waren es denn die Astronomen, die den Übergang zum Pendel herbeiführten. Das Pendel wurde nämlich schon ziemlich früh zu Sternzeitmessungen benutzt, nachdem man entdeckt hatte, daß seine Schwingungen bei nicht gar zu großem Ausschlag ganz nahe zeitengleich verlaufen, gleichviel ob die Schwingungen auch an Weite nachlassen. Man zählte einfach mit lauter Stimme seine Schwingungen. So z. B. zählte der Astronom Jesuitenpater Riccioli 1642*) in drei nahe aufeinanderfolgenden Nächten die Pendelschwünge, die zwischen dem Meridiandurchgang der Spica in der Jungfrau und dem des Arkturus verliefen, und fand die beiden ersten Male 3214, das letzte Mal 3216 Schwünge von Sekundendauer; er hatte also jedesmal fast eine Stunde zählen müssen. Es begreift sich daher, daß die Gelehrten verschiedentlich versuchen mußten, zum Zählen der Pendelschwünge die Uhren zu benutzen, mit anderen Worten, die ungenau wirkende Waag an den Uhren durch das Pendel zu ersetzen.



1480. Huyghens' Pendeluhr.

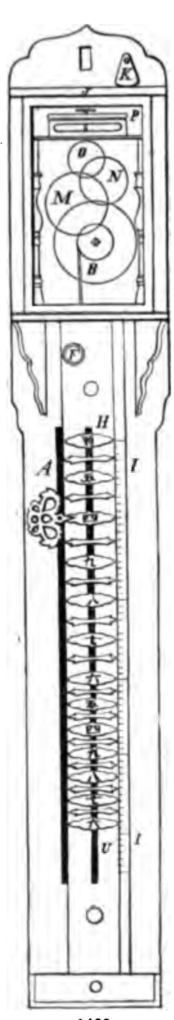
Derjenige, dem dies zuerst gelang, ist, wie nun ermittelt ist, Galilei gewesen, nicht Huyghens, welcher erst später und auch anders die Aufgabe löste. Galilei (1564—1642) erfand seine Pendelhemmung 1641, und zwar gab er ihr die in Abb. 1479 dargestellte Anordnung. A Pendel, E Steigrad, das von dem nur teilweise mitgezeichneten Gewichtstriebwerk stets rechtsläufig (wie unsere Uhrzeiger) umgetrieben wurde. Eine Sperrklinke C hielt das Steigrad auf, wenn sie in dessen Zähne eingriff. Sie wurde jedesmal beim Linksschwingen des Pendels von dem mit dem letzteren fest verbundenen Arme B ausgehoben. Dann aber trat zugleich ein zweiter, mit B verbundener Arm D vor einen der stiftförmigen Zähne, mit welchen das Steigrad seitlich ausgerüstet war. Mittels des stiftförmigen Zahns trieb nun das Steigrad das Pendel nach rechts hin, wobei letzteres die Sperrklinke C wieder in den Zahnkreis von E eintreten ließ, womit dann E gehemmt war. Beim Rückschwung des Pendels erneuerte sich das Spiel. Diese schöne Hemmung, welche erst im vorigen Jahrhundert in der sogenannten Chronometerhemmung in verfeinerter Ausführung wieder Aufnahme gefunden hat oder, besser gesagt, neu erfunden worden ist, drang nicht in die Praxis ein, wahrscheinlich weil der schon schwerkranke Meister nichts mehr für sein Werk thun konnte.



1481. Huyghens' verbesserte Uhrenunruh. (Nach Johannes Christophorus Sturmius.)

*) Wie uns Sturm(ius) in einem Collegium experimentale aufbehalten hat.

Im Jahre 1656 erfand Huyghens (geboren 1629, gestorben 1695), ohne Galileis Hemmung zu kennen, seine Pendelhemmung. Diese ist in Abb. 1480 dargestellt. An ihrem Bau erkennt man unschwer den Begriffsweg, an die Stelle der Waag das Pendel zu setzen. Das alte „Kronrad“ c der Waaguhr treibt nämlich statt der Waag mittels der Lappenspindel d ein teilweis verzahntes Rad m hin und her, dessen Achse mittels des Armes n o (heute Weiserarm genannt) das Pendel u p bei o faßt und zum Weiterschwingen veranlaßt. Die Pendelschwingungen gehen nun regelmäßig vor sich und verleihen der Uhr einen guten, gleichmäßig fortschreitenden Gang.



1482. Japanische Uhr.

Indem Huyghens seine Hemmung sorgfältig ausführte und die Gewichts- und Kraftverhältnisse genau einander anpaßte, erzielte er eine schon recht brauchbare Uhr. Es darf aber nicht übersehen werden, daß in der von da ab sich verbreitenden Pendeluhr eine Beschränkung in den Kauf genommen werden mußte, welche der bereits verbesserten Unruhuhr nicht auflag, diejenige, daß die Pendeluhr fest aufgestellt sein mußte, um in gutem Gang zu bleiben. Die damals hervortretende Notwendigkeit der Verwendung der Uhren auf der See behufs der Längenmessungen ließen Huyghens auch auf Verbesserungen an der Unruhuhr sinnen, die ihm denn auch gelangen.

Die verbesserte Unruhuhr. Das Wesentliche, was Huyghens für die Unruhuhr that, war, daß er das, als Schwingungsfeder in Henleins Uhren dienende Borstenbündel, das Witterungseinflüssen stets nachgab, durch eine genau ausgeführte Stahlspirale ersetzte. Dieser wichtige Fortschritt enthielt zwar keinen neuen Grundsatz, aber eine sehr wichtige technische Verbesserung, welche sich alsbald bei Seeuhren bewährte. Wir geben von Huyghens' Unruhbauart in Abb. 1481 eine Darstellung, welche als Faksimile einer zeitgenössischen Zeichnung dem Sachkenner gewiß willkommen sein wird. Man erkennt sofort die als Rad gebildete Unruh D und die bei G befestigte Schwingungsspirale H, die bei M an der Unruhspindel befestigt ist, sodann aber auch in RS das nur teilweis verzahnte Hilfsrad m aus Huyghens' Pendeluhr in der vorigen Abbildung, und bemerkt, daß die Unruhspindel TE nicht die Schäufelchen der Hemmung an sich trägt; diese haben wir vielmehr auf der Achse des Rades RS zu suchen. Huyghens veröffentlichte die vorliegende Erfindung 1665. Er hob mit ihr die Spindeluhr beträchtlich in ihrer Vollkommenheit. Daß übrigens Robert Hooke schon 1658, also sieben Jahre vor Huyghens, eine ähnliche Erfindung gemacht habe, scheint nunmehr nachgewiesen; wenigstens hat Hooke seiner Zeit eine Uhr vorgebracht, welche eine bezügliche Inschrift trug.

Japanische Uhr. Die mit Gewichten betriebene Unruhuhr dürfen wir nicht verlassen, ohne noch der japanischen Ausführungen derselben zu gedenken, die sehr bemerkenswert sind. Als die Holländer europäische Uhren nach Japan brachten, besaßen diese Uhren schon die Hughensche Unruhspirale. Die Japaner gingen nun alsbald daran, die Uhren selbst zu bauen, gestalteten sie aber für ihre Zeiteinteilung um. Letztere war die oben erwähnte chinesische. Abb. 1482 stellt eine kleine japanische Wanduhr in ungefähr halber Größe skizzenhaft dar. Bei P oben sieht man die Unruh, deren Schwingungsfeder eine Spirale ist. Die Getriebräder B, M, N u. s. w. sind bloß durch Kreise angedeutet, O ist das Kronrad der Hemmung. Besonderes bietet diese weiter nicht; bemerkenswert aber ist, daß die Zeitweisung nicht von einer der Räderachsen aus auf einem Zifferkreis, sondern von dem Treibgewicht aus an gerader Bahn geschieht. A ist der am Treibgewicht befestigte Zeiger. Er tritt beim Heruntersinken vor die Zifferschildchen hin. Diese Schildchen nun sind verstellbar in dem Schlitz U, und zwar werden sie je nach der Jahreszeit mit Hilfe des Maßstabes I I eingestellt. Alle 14 Tage wechselt der Familienvater das Maßstäbchen gegen ein anderes aus und richtet die Ziffern. Man sieht hier deutlich, welche Schwierigkeiten die sich der Natur anschließende (die naturistische) Zeit-

messung bereitet, versteht aber auch, warum der Kreis, auf dem die Ziffernstellung sehr schwer gewesen wäre, nicht benutzt wurde. Später ist das doch geschehen, wie man in der „D. Uhrmacherzeitung“ 1897 S. 289ff. nachlesen kann.

Die Uhr ist jetzt für Winterszeit eingestellt, eine lange Nacht und kurzen Tag, denn das Aufziehen erfolgt abends bei Sonnenuntergang. Die Ziffern, welche wir dem Leser ins Deutsche übersetzen müssen, folgen in sonderbarer Weise aufeinander, nämlich so: 6, 5, 4, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 9, 8, 7, 6 und geben an: den Zeitabstand bis zu Sonnenaufgang oder -Untergang, gemessen in Sechsteln des Tages bezw. der Nacht. Nennen wir, lediglich der Erklärung wegen, ein solches Sechstel eine Hore, so besagt der in der Abbildung dargestellte Zeigerstand (auf Ziffer 4), daß noch vier Horen bis Sonnenaufgang sind. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche sind alle Horen zwei unserer Stunden lang. Es würde also zu dieser soeben genannten Zeit bedeuten:

6 Horen vor Sonnenaufgang	6 Uhr abends,
5 „ „ „	8 „ „
4 „ „ „	10 „ „
9 „ „ Sonnenuntergang . . .	12 „ nachts,
8 „ „ „ . . .	2 „ morgens,
7 „ „ „ . . .	4 „ „ u. s. w.

Das oberste Zeichen sollte 6 sein, es ist aber ein anderes dort zu erkennen, und zwar ist es der Name für Hahn. Dieses Tier beherrscht aber, der japanischen Anschauung nach, die Hore von 6 bis 5. Darauf folgt ein anderer Regent (es ist der Hund), einer für jede Hore. Auf vielen japanischen Uhren, auch auf zweien, die der Verfasser besitzt, findet man außer dem Zahlenplättchen noch Namenplättchen, die die Horenregenten angeben. Diese zwölf Tiergestalten entsprechen Sternbildern, und zwar denen des altjapanischen, d. i. des chinesischen Tierkreises. Dies sei nur nebenher berührt, um zu zeigen, einesteils, wie tief und gelehrt die japanische Zeitmessung im Grunde ist, anderenteils, wie dieselbe an die Naturerscheinung, an die Gestirnbewegung angeknüpft und fern davon ist, lächerlich zu sein, wie manche Fachleute im Abendland geglaubt haben, indem sie aus Äußerlichkeiten schlossen. Es sei noch bemerkt, daß die dargestellte Zeitmessung in ganz Mittelasien durch Persien hindurch bis nach Konstantinopel hin mehr oder weniger gebräuchlich ist. Sie hat besondere Hilfsmittel und Aufgeschriebenes stets gefordert, und dadurch ist es gekommen, daß wir den Asiaten die Kalender verdanken. Man schreibt dem 1374 verstorbenen berühmten Geometer Dagomari in Florenz das Verdienst zu, den ersten italienischen Kalender geschrieben zu haben; er nannte denselben taccuini; dies ist aber nichts anderes als die Um-Schreibung des arabischen, auch persischen Wortes taqvîm, d. i. Kalender.

Haben die Japaner auch für das Gehwerk der Uhr Verbesserungen nicht erfunden, so haben sie doch verstanden, die wandelnde natürliche Teilung von Tag und Nacht auf das mechanische Anzeigewerk der Uhr zu bringen, und haben sich somit an deren Entwickelung beteiligt.

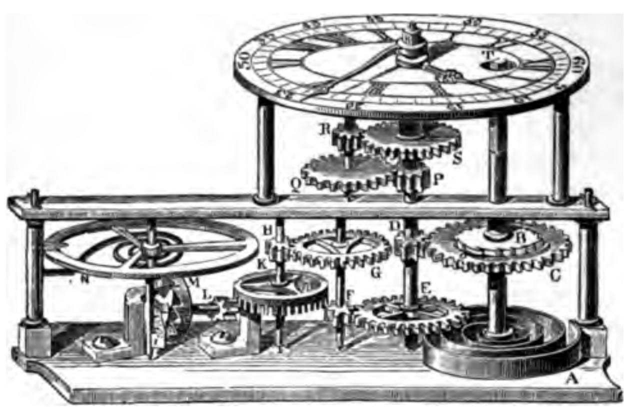
So sehen wir denn überhaupt verschiedene Nationen an der Uhr bilden und schaffen. Dies spricht sich auch merkwürdig in den Namen aus, welche dem Zeitmesser gegeben worden sind und fast überall ein selbständiges Erfassen der Aufgabe, ein Eindringen in die Sache verraten. Wir finden folgende Bezeichnungen vor:

Deutsch Uhr vom lateinischen hora, Stunde, dies vom sanskrit. hora = Weg*)

Schweizerisch mundartlich Zitli	Zeitlein
Französisch montre	Zeiger
Französisch horloge, vom lat. horologium	Stundenanzeiger
Spanisch reloj**) „ „ „	Stundenanzeiger
Portugiesisch relogio „ „ „	Stundenanzeiger
Italienisch orologio, oriuolo, von demselben	Stundenanzeiger
Neugriechisch horológion	Stundenanzeiger
Englisch watch	Wache
Englisch time-keeper	Zeithalter
Englisch clock	Glocke
Schwedisch klock, dänisch klokke	Glocke
Arabisch sâ'a	Stunde
Hindostanisch chauki-karna***)	Wachhalter oder auch Wecker.

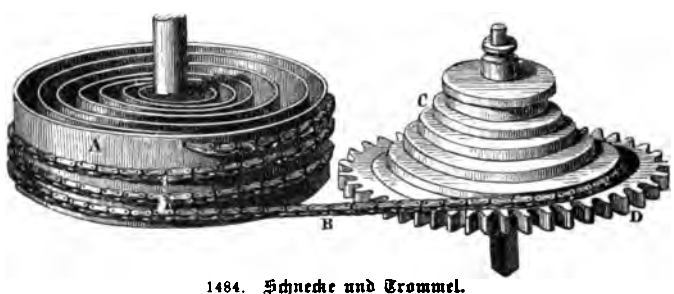
*) Am Sonnenuhrkreis. **) Sprich reloch. ***) Sprich tschauki.

Vollständiges Spindeluhrwerk. Verfolgen wir zunächst die Unruhuhr in ihrer Entwickelung noch etwas weiter und betrachten ein vollständiges Spindeluhrwerk. Ein solches stellt Abb. 1483 schematisch dar. Die spiralige Treibfeder A ist mit ihrem äußeren Ende am Gestell, mit ihrem inneren an der Achse des Rades B befestigt. Auf dieser Achse, welcher der Federstift heißt, ist das Zahnrad C drehbar befestigt; dasselbe trägt aber eine Sperrklinke an sich, welche in das Sperrrad B eingreift. Windet man nun, indem man mit dem Uhrschlüssel bei T angreift, die Feder auf, so läßt die genannte Sperrklinke das Rad B zwar vorüberschlüpfen, faßt es hingegen treibend an, sobald man den Schlüssel nicht mehr weiter dreht oder ihn entfernt. Durch C und D wird nun die innere Zeigerachse, auf welcher der Minutenzeiger durch Reibung haftet, umgetrieben, mittels P Q R S gleichzeitig die zwölfmal langsamer gehende rohrförmige Achse des Stundenzeigers. Von der Minutenwelle aus wird ferner auch die Hemmung betrieben, und zwar mittels der Zahnräder E F G H K L, von welchen letzteres auf seiner Achse das Steigrad M trägt. Dieses wirkt in oben beschriebener Weise auf die Achse oder Spindel der Unruh N. Das vermittelnde Zahnrad von Huyghens (R S in Abb. 1481) ist somit als überflüssig weggelassen, wie schon vor Huyghens bei Peter Henlein.



1483. Gehwerk einer Spindeluhr.

Schnecke und Trommel. Man darf bei Betrachtung der allmählichen Weiterbildung der Uhren nicht übersehen, daß auch nach wichtigen Fortschritten die erzielte Genauigkeit noch immer hinter unseren heutigen Ansprüchen zurückbleiben konnte. Dabei müssen wir ganz absehen von Karls des Fünften vergeblichen Versuchen (Mitte des 16. Jahrhunderts), die so unvollkommenen Waaguhren zu gleichmäßigem Gange zu bringen. Aber ein Jahrhundert nach Karl wurden die Forderungen schon beträchtlich hoch gespannt, wozu die Huyghenssche Hemmung das Recht gab. Denn es wird uns z. B. gerühmt*), daß Huyghens mit seiner neuen Unruh in Abb. 1481 zwei Uhren hergestellt habe, die in 24 Stunden nur 5 Sekunden („minutas secundas") voneinander abgewichen seien. Auch waren doch die Henleinschen Taschenuhren schon da und gingen befriedigend. Die Ursache der früheren Unvollkommenheit des Ganges war, abgesehen von Arbeitsfehlern, darin zu suchen, daß das Hemmen an den beiden Schäufelchen nicht ohne Stoß vor sich gehen konnte. Dieser Stoß war beim Gewichtsbetrieb wenigstens im Durchschnitt immer derselbe; aber beim Federbetrieb, wie in Abb. 1483, hing er davon ab, wie stark die Triebfeder gespannt war. Hatte man die Feder frisch aufgezogen, so wirkte sie drei- bis viermal so stark, als wenn sie beinahe abgelaufen war; diese Ungleichmäßigkeit der Kraft-



1484. Schnecke und Trommel.

*) Von dem schon erwähnten Professor Sturm.



1485. Eiserne Taschenuhr aus dem Anfang des 16. Jahrh. (Sammlung Marfels.)

1486. Satteluhr. (Sammlung Marfels).

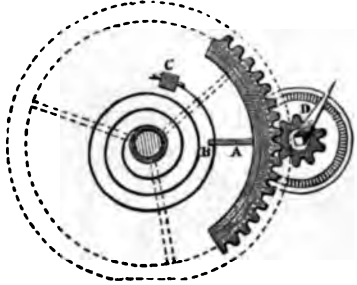
1487. Taschenuhr aus dem 16. Jahrhundert. (Sammlung Marfels).

wirkung vermochte die Unruh nicht, unmerkbar zu machen. Man war deshalb genötigt, eine Ausgleichung einzuschieben. Anfänglich that man dies durch Einschaltung von Bremsplatten, welche die Feder aufhielten, durch Einschaltung einer Gegenfeder, die auf eine Kurvenscheibe drückte (siehe S. 591), manchmal auch dadurch, daß man das Bodenrad nicht kreisrund, sondern spiralförmig gestaltete. Dann aber kam man dazu, einen Mechanismus anzuwenden, den man bei den Bratenwendern bereits bewährt gefunden hatte: Schnecke und Trommel (Abb. 1484). Hier wirkt die Triebfeder, welche mit dem einen Ende an der Innenwand einer cylindrischen Trommel befestigt ist, vermittelst einer Kette B (anfänglich einer Darmseite) auf die schneckenförmige Walze oder kurz Schnecke C, welche auf dem Bodenrad D befestigt ist. Das Aufziehen der Feder erfolgt von der Achse des Bodenrades her, und zwar wickelt sich dabei die Kette auf immer niedriger werdende Teile des Schneckenganges auf, während sich die Feder immer stärker spannt. Ist die Feder ganz gespannt, so greift die Zugkraft der Kette am kleinsten Hebelarm an; dieser Arm aber wächst, so wie die sich entrollende Feder an Spannung nachläßt. In unserer Zeit hat man die Schnecke in der Uhr vielfach weggelassen und der inzwischen verbesserten Hemmung die Gleichmäßighaltung des Ganges der Uhr anvertrauen können; bei feineren Unruhuhren, namentlich den Seechronometern, indessen kann man der Schnecke auch jetzt noch nicht entraten.

Zu Schnecke und Trommel gelangte man aber schon gegen 1500 bei den Nürnberger Taschenuhren, über 160 Jahre vor Huyghens' Verbesserung. Wir müssen deshalb auf diese Zeit nochmals zurückkommen. Anfänglich war die Unruh noch ein Stab, ein Balken, um es so zu nennen, auch mit Knöpfchen an den Enden, in erklärlicher Anhänglichkeit an die alte Form des Waagbalkens. Als Schwungfeder dienten ihm, wie wir sahen, die Schweinsborsten, wegen deren man auch später den geraden Stab noch beließ, als man schon seine Enden in einen Ring verlegte. Die Borsten hatten ihre Mängel; aber Schnecke und Trommel gestatteten doch, eine solche Güte des Ganges zu erzielen, daß man an die äußeren Formen die Zierlichkeit und Kunst anwandte, die wir aus erhaltenen Beispielen kennen. Etwas davon sei angeführt. Bis vor kurzem glaubte man, wie schon erwähnt, die ersten Taschenuhren, die Peter Henlein anfertigte, hätten die eiförmige Gestalt gehabt. Das hat sich als unrichtig erwiesen. Henleins Uhren waren rund; erst von 1550 ab kam die Eiform etwas in Mode. Abb. 1485 stellt eine um 1500 gefertigte, mit aller Wahrscheinlichkeit von Henlein hergestellte Satteluhr (d. i. Reiseuhr) dar, eines der wichtigsten Stücke der ausgezeichneten Uhrensammlung des Herrn Marfels, früher in Frankfurt a. M., jetzt in Friedenau. Sie ist ganz aus Eisen gefertigt und besitzt, wie die wenigen anderen Beispiele aus jener Zeit, noch nicht Schnecke und Trommel (mit Darmseite). Die unentbehrliche Abgleichung der Zugfederkraft geschah durch die in der Abbildung erkennbare Daumenkurve mit Spannfeder. Letztere wirkte im allgemeinen entgegen der spiraligen Zugfeder, und zwar am stärksten, wenn diese aufgezogen war, und immer schwächer, weil nämlich die Daumenkurve die Spannfeder immer weniger spannte, so wie die Zugfeder ablief. Letztere sitzt auf der Achse des kleinen, achtzähnigen Triebs. Gegen Überdrehen der Zugfeder schützte der Blockzahn des Bodenrades, den man links an diesem erkennt. Die Unruh ist ein gerader Balken mit zwei Gewichten; ihr Arm schlägt beim Rechtsschwung gegen ein Borstenbündelchen, das am Ende des mit Pfeilspitze versehenen Hebels senkrecht emporragt. Durch Verstellung des Pfeilhebels regelt man den Gang. Die Uhr ist noch heute gangbar. Deckel und Rückwand, die aus Messing bestehen, tragen geschmackvolle Eingrabungen, ebenso das Zifferblatt, auf dem nur ein Stundenzeiger die Zeit angibt. Über der XII ist ein Stachel und über den elf anderen Zahlen je ein Knöpfchen angebracht, ähnlich wie bei dem obigen Wecker auf St. Sebald (Abb. 1476), zu dem Zwecke, im Dunkel die Zeit durch das Gefühl feststellen zu können, indem das Zifferblatt nicht überglast war.

Eine zweite, ebenfalls aus Eisen trefflich hergestellte Satteluhr stellt Abb. 1486 in zwei Ansichten dar; sie gehört, wie die vorige, der Marfelsschen Sammlung an und stammt aus dem 16. Jahrhundert. Der Eisenschnitt ist vorzüglich. Sehr beachtenswert ist der innere Ziffernring. Er geht von 13 (mit „arabischen“ Ziffern) bis 24 und diente zur Ablesung der Stunden von Mittag bis Mitternacht.

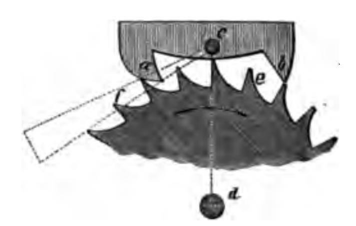
Eine sehr feine kleine Uhr, offenbar aus etwas späterer Zeit, aber immer noch aus dem 16. Jahrhundert und schon mit Schnecke und Trommel ausgerüstet, ist in Abb. 1487 dargestellt. Das sehr sorgfältig gearbeitete Werk ist in ein Gehäuse, eigentlich eine Zarge von Bergkrystall eingebettet und liegt auch unter einem Deckel von Bergkrystall, durch welchen hindurch man das Zifferblatt sehen kann. Dasselbe hat auch wieder bloß einen Stundenzeiger.



1488. Der Rücker.

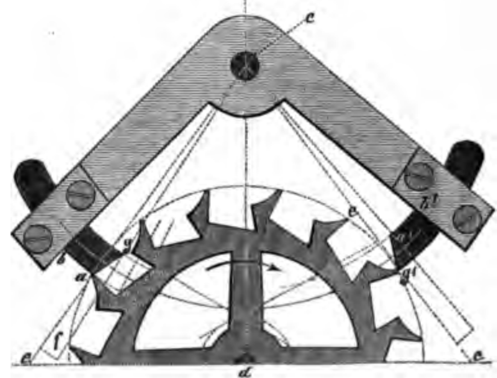
Schon im 16. Jahrhundert verbreitete sich die Kunst, Taschenuhren zu bauen, rasch durch Mitteleuropa; die Schmückung des kleinen Zeitmessers nimmt rasch zu. Ausgesucht schöne, zum Teil prachtvolle Beispiele hierzu enthält die Marfelssche Sammlung noch in größerer Zahl. Hier gehen wir nicht darauf ein, da wir uns mit dem mechanischen Bau der Uhr noch weiter zu befassen und wichtige Weiterbildungen desselben zu besprechen haben.

Eine sehr schöne Taschenuhrensammlung stellte die Walthamer Uhrenfabrik in der Kolumbischen Ausstellung 1893 zur Schau; vieles davon war aus Privatsammlungen hergeliehen; eine ausgezeichnete Uhrensammlung ist auch die des Herrn Amerigo Pontt in Mailand; in fortwährendem Wachstum begriffen ist die Uhrensammlung des Herrn Kommerzienrats Arthur Junghans in Schramberg im württembergischen Schwarzwald.



1489. Clementscher Haken.

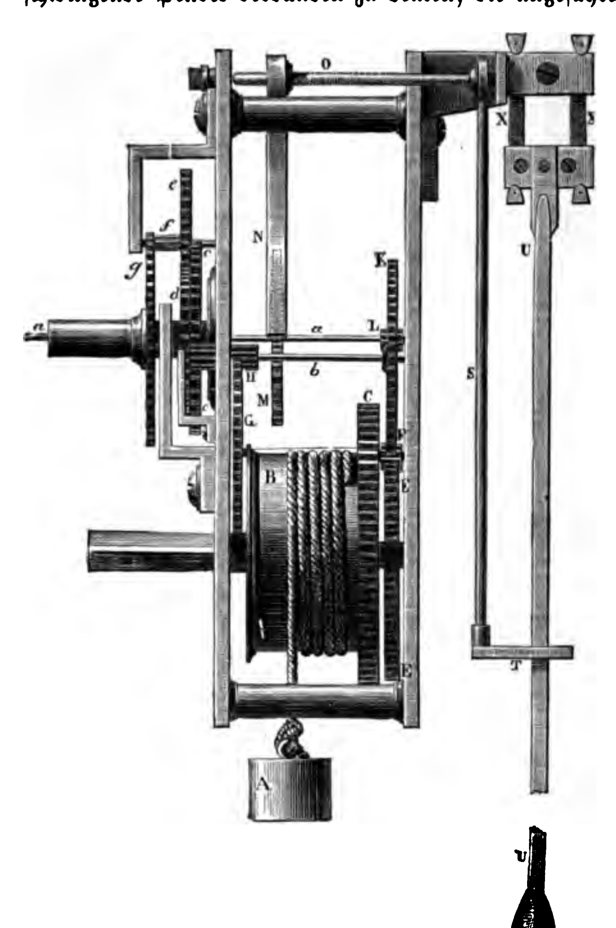
Regelung des Ganges der Unruh. Bei der Waag konnte man die Schwingungszeit mit erträglich gutem Erfolge durch Versetzung der kleinen Gewichtchen, von denen wir gesprochen, regeln; noch leichter gelang die Regelung beim Pendel, nämlich durch Verschiebung der Pendellinse auf ihrer Stange. Schwieriger dagegen war die Aufgabe bei der Unruhuhr. Erst lange nach Huyghens wurde das jetzt allgemein gebräuchliche Verfahren üblich, durch Verlängerung oder Verkürzung der Schwungfeder die Schwingungszeit der Unruh zu berichtigen. Dieses Verlängern oder Verkürzen geschieht mittels des sogenannten Rückers, wovon Abb. 1488 eine besonders ausgebildete Ausführungsform darstellt. Durch Rücken an dem Zeiger D wird der Zahnbogen mit dem Arme A, der bei B mit zwei Stiftchen die Spiralfeder umfaßt, verstellt. Es ist nun so, als ob die Feder bei B statt bei C befestigt, also um BC kürzer wäre. Der Rücker wird so lange verschoben, bis die Unruh die gewünschte Schwingungsdauer zeigt. Neuerdings beobachten unsere Uhrmacher die Schwingungsdauer durch sofortiges Zählen der Unruhschwünge durch eine oder zwei Minuten vor einer Normaluhr. Die gewöhnlichen Rücker haben die Einrichtung, daß der Arm AB unmittelbar zu versetzen ist, was nur schwer mit der erwünschten Genauigkeit gelingt.



1490. Grahamsche Ankerhemmung.

Fortbildung der Pendeluhr. Wenden wir unsere Blicke jetzt wieder der Pendeluhr zu, so sehen wir dieselbe nach dem Eingreifen von Huyghens bald sich weiter entwickeln, indessen nicht mit der Huyghensschen, sondern mit einer anderen Hemmung. Es ist die sogenannte Hakenhemmung, welche 1680 von dem schon genannten englischen Physiker Hooke oder von dem Londoner Uhrmacher Clement erfunden worden sein soll;

man nennt sie gewöhnlich den Clementschen Haken. Derselbe ist in Abb. 1489 in seiner einfachsten Gestalt vorgeführt. Während bei der Spindelhemmung oder dem Spindelgang die Achse des Steigrades senkrecht zu derjenigen der Schaufel- oder Lappenspindel steht, liegen hier diese beiden Achsen d und c parallel; statt der Schaufeln oder Lappen dienen die Hakenflächen bei a und b. Mit dem Haken abc hat man sich das an dem Arme cd schwingende Pendel verbunden zu denken; die ungefähre Größe des Schwingungswinkels ist punktiert bei a angegeben. Schwingt der Haken bei a nach oben, so läßt er den jetzt gehemmten Steigradzahn nach rechts gleiten und schließlich entschlüpfen, worauf aber der vor b stehende Zahn e ganz bald von der Hakenfläche b wieder aufgefangen wird. Beim Rückschwung des Hakens läßt dann b den Zahn e entschlüpfen, worauf a den Zahn f auffängt, u. s. w. Bemerkenswert ist, daß, wenn aus der jetzigen Stellung a nach unten schwingt, das Steigrad vermöge der Form der Auffangefläche ein klein wenig nach rückwärts zu gehen gezwungen wird, danach aber wieder nach vorwärts geht; dasselbe gilt vom Eingriff cb. Man nennt dieses Zurückzucken das Rückfallen des Steigrades und die Hemmung danach eine rückfallende. Auch die alte Spindelhemmung gehört zu den rückfallenden. Dieses Rückfallen hat für derber gebaute Uhren keinen Nachteil, ja bietet nach der Meinung mancher gewisse kleine Vorteile, jedenfalls den der leichten Herstellung, so daß die Hakenhemmung bis jetzt in vollem Gebrauch geblieben ist; die eigentliche Schwarzwälder Uhr ist fast durchweg mit derselben ausgerüstet.

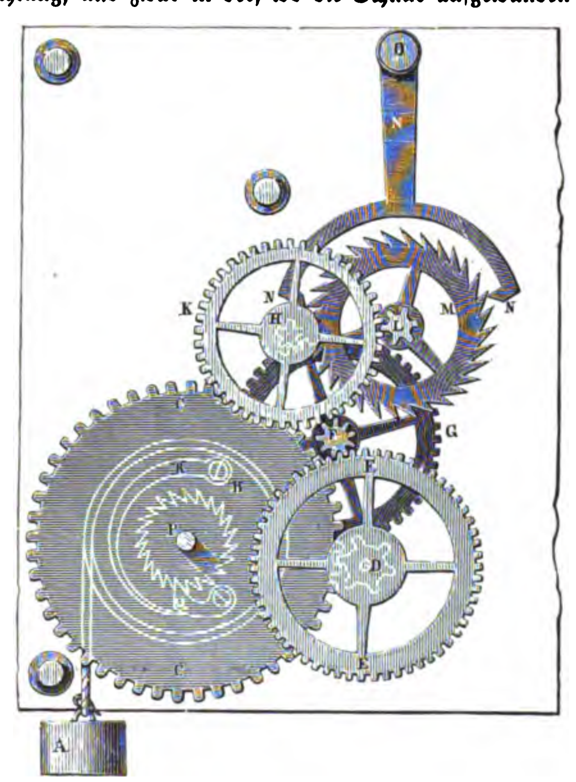


1491. Pendeluhr, Seitenansicht des Werkes.

Bei feineren und für sehr genauen Gang bestimmten Werken wird aber das Rückfallen störend. Man suchte es zu vermeiden. Dies geschieht bei dem sogenannten ruhenden Ankergang oder der ruhenden Ankerhemmung, welche von Graham in London um 1710 erfunden wurde. Abb. 1490 versinnlicht die Grahamsche Ankerhemmung in einer übrigens modernen Form. Der obige Clementsche Haken umfaßt $3\frac{1}{2}$ Zahnteilung am Steigrad. Denkt man sich diese Zahl vermehrt, so ändert sich grundsätzlich nichts, nur nimmt der „Haken" eine einem Anker ähnliche Form an. An einem solchen Anker gestaltete nun Graham die Aufhalterflächen so, daß sie jede in zwei Teile zerfielen, in die eigentliche Auffangefläche a b bezw. a' b' und in die genannte Hebefläche a g bezw. a' g'. Die Auffangeflächen formte er drehrund zur Achse c des Ankers, wodurch nun das Steigrad beim Gleiten seiner Zähne auf diesen

Auffangeflächen ruhen bleibt, dagegen den Anker und mit ihm das Pendel beschleunigt oder antreibt, wenn die Zahnspitzen an den Hebeflächen a g oder a' g' entlanggleiten. Das Steigrad gibt dabei dem Pendel die durch Reibung verlorene lebendige Kraft stets wieder. In unserer Abbildung sind die Hebe- und Ruheflächen an besonders eingesetzten Körperchen, die bei feineren Uhren aus Halb- oder Ganzedelsteinen bestehen, hergestellt. Bei einfacheren Werken sind sie aus einem Stück mit dem Anker gebildet. Der Grahamsche Anker ist sehr gebräuchlich.

In Abb. 1491 u. 1492 sehen wir nun das Werk einer Pendeluhr dargestellt. Hier ist der Betrieb durch ein Gewicht vorausgesetzt. Von dem treibenden Gewicht A ausgehend, gelangen wir zu der Trommel B. Sie steckt lose auf der Achse des ersten Rades C, ist aber mit diesem durch ein Gesperre, welches aus Abb. 1480 deutlich wird, dergestalt verbunden, daß sie in nur einer Richtung, und zwar in der, wo die Schnur aufgewunden wird, sich selbständig drehen kann. Das Aufwinden geschieht mittels des Uhrschlüssels, der an die hervorstehende vierkantige Welle gesteckt wird; das ganze Werk außer der Trommel bleibt hierbei in Ruhe. Wirkt aber die Zugkraft frei an der Trommel, so muß vermöge der eingefallenen Sperrung das Rad C sich mitdrehen und ebenso alle übrigen Räder; aber das Werk würde schnell ablaufen, wenn ihm nicht durch das Pendel ein langsamer, geregelter Gang auferlegt wäre. Von dem Trommelrade C pflanzt sich die Bewegung zunächst auf das Rad E fort, indem die Zähne des ersteren in ein kleineres Getriebe D eingreifen, das auf der Welle E vorn sitzt. Vermöge dieser Einrichtung wird das Rad E schon eine bedeutend größere Umlaufsschnelle haben als das Rad C. Ganz derselbe Eingriff und die wachsende Schnelle wiederholen sich bei den folgenden Rädern des Werkes. Die Bewegung überträgt sich von dem Radkranze F auf das Getriebe F und damit auf das Rad G, von G auf H und K, von K auf L und M. Dieses letzte und schnellste Rad M ist das Hemmungsrad oder Steigrad, das mit seinen schrägen Zähnen zwischen den Krampen des Ankers NN steht. Der Anker ist mit einer durchgehenden Welle O verbunden, an welcher nach hinten außerhalb des Werkes auch der Führungsstab S für das Pendel, der sogenannte Weiserarm, angebracht ist. Die Pendelstange hängt oberhalb an zwei Stahlklingen oder Blattgelenken X X, nämlich gerade gestreckten Uhrfederstücken, die sich nach Maßgabe der Schwingungen hin und her biegen, und geht etwas weiter unterhalb durch den Schlitz einer an dem Führungsstäbchen sitzenden Gabel T hindurch. Hier in T ist die einzige Stelle, wo Uhrwerk und Pendel miteinander in Berührung kommen.

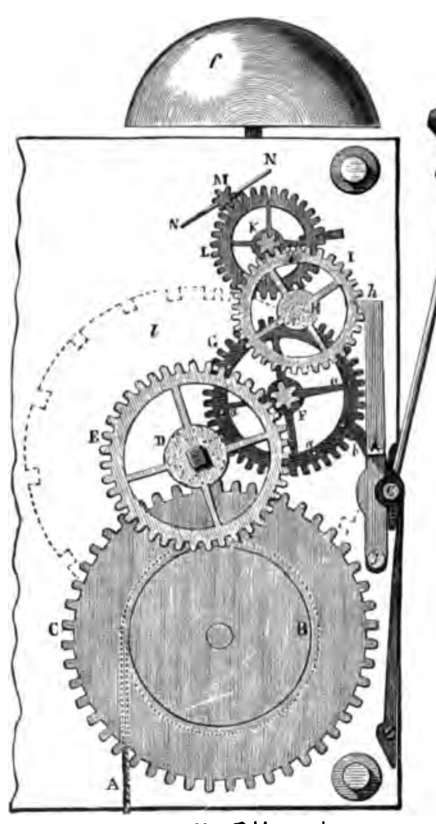


1492. Pendeluhr, Vorderansicht des Werkes.

Die Wechselwirkung zwischen Uhrwerk und Pendel besteht nun, wie bereits gezeigt, daß letzteres dem ersteren nur erlaubt, absatzweise, Zahn um Zahn fortzugehen, während das Uhrwerk durch die kleineren Antriebe, die es der Pendelstange mittels des Weiser-

armes erteilt, das Fortschwingen des Pendels unterhält. Dieses Schwingen geht um so langsamer, je länger die Pendelstange ist, daher bestimmt sich aus dieser Länge das Verhältnis der Umläufe der verschiedenen Räder, mithin die Zahl der Zähne derselben. Unter allen Umständen aber ist das Räderwerk so geordnet, daß ein Rad vorhanden ist, welches sich genau einmal in der Stunde dreht. Die Welle dieses sogenannten Stundenrades verlängert sich durch das Zifferblatt hindurch und trägt den Minutenzeiger. Die zwölfmal langsamere Bewegung des Stundenzeigers geht ebenfalls von der Welle des Minutenzeigers aus und wird vermittelt durch den hinter dem Zifferblatt befindlichen kleinen Rädersatz, der die Bewegung zwölffach verlangsamt.

Schlaguhren. Unsere soeben beschriebene Uhr hat nur ein Gehwerk, während wir für den Hausbedarf in der Regel noch ein Schlagwerk mit demselben verbinden. Dasselbe hat eine keineswegs einfache Bauart, wie sich sogleich zeigen wird. Man muß aber nicht annehmen, daß es deshalb spät erfunden wäre; Schlagwerke sind im Gegenteil schon vor den Gewichtuhren ausgesonnen und ausgeführt worden. Auch die Uhr, welche Harun Karl dem Großen schenkte, besaß ein Schlagwerk. Es ist eben leichter, für gegebene Kräfte allerlei künstliche Getriebe zu mannigfaltigen Bewegungen herzustellen, als eine gleichförmig fortschreitende Bewegung zu erzielen. Schon Peter Henleins Taschenuhren wurden mit Schlagwerkchen versehen, was gewiß eine recht feine Arbeit voraussetzte, während die Turm- und Standuhren noch mit der ungenauen Waag- oder Schwengelhemmung arbeiteten, auch die Unruh in des geschickten Meisters Kunstwerk nur eine sehr mäßige Genauigkeit des Ganges aufwies.

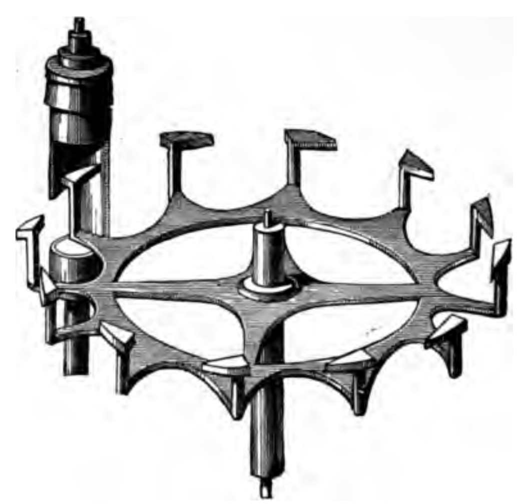


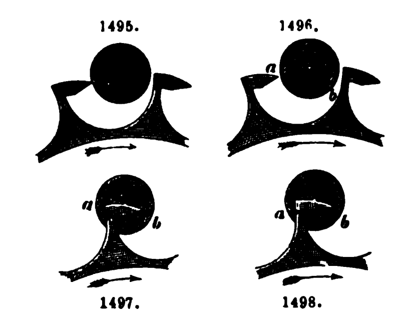
1493. Schlagwerk.

Unter den Schlagwerken für Uhren sind zwei Arten vor allem im Gebrauch: das „deutsche“ und das „englische“ Schlagwerk. Ersteres, das mit „Schloßrad und Falle“, bei Turmuhren, Haus- und Wanduhren im Gebrauch, schlägt die Stunden und Halben, auch Viertel, wenn das Gehwerk die Auslösung bewirkt; letzteres, das Schlagwerk mit „Rechen und Staffel“, auch wenn man den Schlag „repetieren“ lassen will und zu dem Ende durch äußeres Eingreifen das Werk auslöst; das englische Schlagwerk ist bei feineren Wanduhren, bei Stutz- und Taschenuhren in Anwendung. Beide Schlagwerke sind ziemlich verwickelt in ihrer Zusammensetzung, weshalb wir uns auf die Beschreibung eines einfachen deutschen Schlagwerks, wie es an gewöhnlichen Wanduhren gebräuchlich ist, beschränken.

Der Mechanismus bildet eine besondere Abteilung des Uhrwerks und zwar ein Hemmwerk, das seinen eigenen Treiber, ebenfalls ein Gewicht an Schnur, hat und von dem Gangwerke aus zu bestimmten Zeiten ausgelöst wird. Vermöge der Schnur A (s. Abb. 1493) zieht das Gewicht an der Trommel B, die mit dem Stirnrade C in gleicher Weise wie bei dem Gehwerke durch ein Gesperre verbunden ist. Von dem Treibrade C geht die Bewegung auf das Getriebe D des Rades E über und setzt sich mit immer wachsender Schnelle von Rad zu Getriebe in der Reihenfolge E, F, G, H, I, K, L, M

fort; die letzte Welle M ist mit dem Windfang NN versehen, der, sobald das Schlagwerk in Gang kommt, mit großer Schnelle (mit 15—20 Drehungen in der Sekunde) umläuft. Durch die schnelle Drehung wird ein Luftwiderstand erzeugt, der ausreichend ist, den Gang gleichförmig zu machen; der Windfang ist also der Gangregler des Schlagwerks. Während das ganze Räderwerk sich dreht, kommen die Stifte aa, die seitwärts an dem Kranze des Rades G vorstehen, der Reihe nach mit dem Hebel b in Berührung, heben ihn etwas und lassen ihn wieder frei. c ist die Drehungsachse des Hebels b, und auf ihr sitzt zugleich der elastische Stiel des Hammers e. In seiner Ruhelage berührt der Hammer die Glocke nicht; wird der Hebel durch einen Stift gehoben, so tritt der Hammer, wie in der Abbildung gezeichnet, noch weiter von der Glocke zurück; gleitet dann der Hebel ab, so drückt ihn eine Feder rasch in seine erste Lage zurück; der Hammer schnellt aber dann, weil sein Stiel biegsam und elastisch ist, über seine Ruhelage so weit hinaus, daß er an die Glocke schlägt. Sofort nach dem Schlage biegt sich der Stiel wieder zurück und entfernt den Hammer von der Glocke, so daß diese nicht von ihm gedämpft wird.


1494. Cylinderhemmung in vergrößertem Maßstabe.

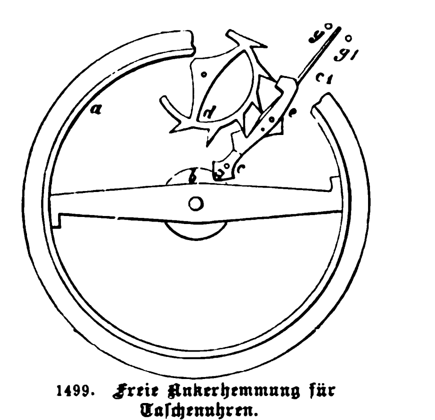


1495 bis 1498. Wirkungsweise der Cylinderhemmung.

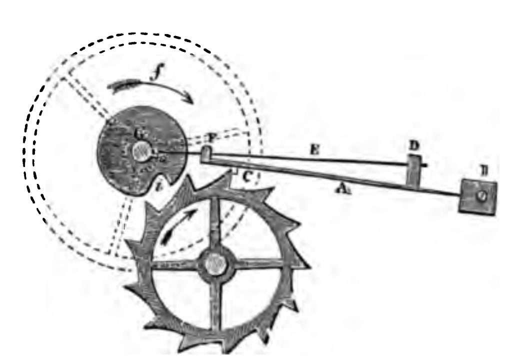
Um das Schlagwerk in Ruhe zu halten, bis es gebraucht wird, wird eines der schneller laufenden Räder gehemmt. Zu diesem Zweck ist am Kranze des Rades I ein einzelner Seitenstift i angebracht, welcher auf das obere Ende des Hebels gh trifft, der um g drehbar und für gewöhnlich durch eine Feder angedrückt ist. Wird der Hebel zurückgezogen und gleich wieder losgelassen, so kann das Rad I und der Stift einen Umgang machen, und das Schlagwerk steht hiernach wieder still. Während dieses Umgangs ist einer der Stifte a unter dem Hebel b durchgegangen, und ein Hammerschlag erfolgt. Das Zurückziehen des hemmenden Hebels gh erfolgt nun von dem Gehwerke der Uhr aus, sobald eine Stunde herum ist; damit aber die Hemmung nicht jedesmal nach dem ersten Schlage, sondern folgenweise erst nach dem zweiten, dritten u. s. w. wieder einfalle, ist eine weitere Vorrichtung nötig. Auf der Welle des Rades E sitzt noch eine größere Metallscheibe l, die sogenannte Schloßscheibe, auf deren Rande Kerben in der Art eingeschnitten sind, daß ihre Abstände nach der der Drehung der Scheibe entgegengesetzten Richtung hin immer größer werden. Sie erhält dadurch zwölf ungleiche Randvorsprünge, deren schmalster und breitester Nachbarn sind. Die Schloßscheibe ist in unserer Abbildung punktiert dargestellt. An dem Hemmungshebel befindet sich bei k ein keilförmiger Vorsprung, dessen Schneide beim Stillstande des Schlagwerks in einem der Scheibenausschnitte liegt. Hebt das Gehwerk den Hemmungshebel aus, so kommt das Schlagwerk in Gang und folglich auch die Schloßscheibe in Umlauf; der eben vorliegende Vorsprung des Scheibenrandes schiebt sich sofort unter die Schneide von k, und der Hemmungshebel wird dadurch so lange am Einfallen behindert, bis der folgende Einschnitt herangekommen ist. Indem k hier einfällt, stellt sich zugleich das Hebelende h dem Stifte i in den Weg, und das

Schlagen hört auf. Je weiter der Abstand des einen Ausschnittes von dem nächstfolgenden ist, desto mehr Hammerschläge erfolgen natürlich, und die Einteilung der Scheibe ist gerade so, daß das kürzeste Randstück nur einen Schlag, das längste deren zwölf gestattet. Die Bewegung des Rades E und der Scheibe ist langsam; sie kommen in zwölf Stunden nur einmal herum. Von 1—12 sind 78 Schläge, folglich muß das Rad I, das bei jedem Schlage einen Umgang macht, sich während dieser Zeit 78mal drehen. Sollen Halbe und Viertel geschlagen werden, so wird die Schloßscheibe mit entsprechenden Kerbungen versehen.

Weiterentwickelung der Unruhuhr. Neben der Pendeluhr erfuhr auch die Unruhuhr zur selben Jahrhundertwende eine weitere Ausbildung. Wie man in der Hakenhemmung die Achsen von Anker und Steigrad parallel gemacht, so versuchte man es nun auch für die Unruh, und es gelang in der von Tompion 1695 erfundenen, dann von Graham in ihre noch heute übliche Form gebrachten sogenannten Cylinderhemmung. Sie hätte auch später als die ruhende Ankerhemmung gefunden werden können, denn im Grunde ist das eine das andere und das andere das eine: die Cylinderhemmung (s. Abb. 1494) ist eine ruhende Ankerhemmung, bei welcher der Anker nur eine halbe Zahnteilung am Steigrade umfaßt. Die äußere Ruhefläche a b an unserem obigen Anker (Abb. 1490)



1499. Freie Ankerhemmung für Taschenuhren.



1500. Freie Chronometerhemmung.

ist als der äußere Mantel, die innere Ruhefläche a' b' als die innere des „Cylinders" ausgebildet; die Hebeflächen a g und a' g' heißen an demselben die Lippen. Die Abb. 1495—1498 versinnlichen die Wirkungsweise der Teile.

In Abb. 1495, wo die Unruh und folglich auch ihre Spindel den größten Ausschlag nach links hat, wird das Steigrad mittels seines Zahnes c in seiner Bewegung vollständig aufgehalten, in Abb. 1496, wo die Unruh einen Teil ihres Rückschwunges (nach rechts) gemacht hat, erhält sie von dem nun frei werdenden Zahne c durch dessen Hinstreichen an der Lippe a einen kleinen Antrieb zur Fortsetzung ihres Schwunges; in Abb. 1497 hat die Unruh ihren größten Ausschlag nach rechts erreicht und bringt dadurch das Steigrad abermals zum Stillstand, und in Abb. 1498 ist die Unruh wieder in der Bewegung nach links begriffen, wobei sie durch das Hinstreichen des Zahnes c an der Lippe a noch einen kleinen Antrieb vom Steigrade erhält.

Die Cylinderhemmung ist, wie dem Leser aus dem Namen bekannt ist, ungemein gebräuchlich; sie wird fein und genau ausgeführt und hat ihre fast 200jährige Probe recht gut bestanden. Immerhin indessen konnte diese Hemmung den im Laufe des 18. Jahrhunderts bedeutend steigenden Ansprüchen an die Gleichmäßigkeit des Ganges nicht nachkommen. Denn die Reibung der Steigradzähne an den Ruheflächen bedingte gewisse, wenn auch kleine Schwankungen und Gangstörungen, wenn man auch den eigentlichen „Cylinder" aus Rubin herstellte (wie für feine Taschenuhren auch jetzt zuweilen geschieht), wenn man auch durch „Schnecke und Trommel" die Kraft möglichst gleichförmig machte und übrigens alles für die genaue Herstellung that. Die erwähnten An-

sprüche kamen her einerseits von den Astronomen, anderseits und mit noch weit mehr Nachdruck von den Seefahrern, welche möglichst genaue Uhren gebrauchten, um auf dem Weltmeere die geographische Länge bestimmen zu können. Die Engländer waren es aus letzterem Grunde, welche sich mit der ferneren Ausbildung der Uhr am lebhaftesten befaßten; dann kam Frankreich: wir sind erst in diesem Jahrhundert in den Wettstreit mit eingetreten.

Einige hervorragende Punkte müssen wir kurz andeuten. Dem englischen Uhrmacher Harrison gelang es nach langen Anstrengungen, 1761 eine Seeuhr herzustellen, welche nach halbjähriger stürmischer Seereise nur eine Abweichung von $1^1/_2$ Minuten zeigte, und er erhielt dafür einen Ehrenpreis von 10000 Pfd. Sterl. Ferdinand Berthoud in Paris eiferte Harrison mit Erfolg nach. Gegen 1790 erfand der englische Uhrmacher Mudge die sogenannte freie Ankerhemmung für Unruhuhren, die seitdem für feine Werke zu großer Anerkennung gelangt ist. Sie ist in etwas verbesserter Form in Abb. 1499 dargestellt. Das damals Neue in der Hemmung war, daß der Anker e, den wir als einer ruhenden Ankerhemmung (s. oben) entnommen denken können, nicht mehr unmittelbar auf sich das Pendel oder die Unruh trägt, sondern mittels des Fortsatzes c erst die Unruh a b beschleunigt, worauf er bei dem Rückschwunge der Unruh in seine zweite Lage versetzt wird und den nachfolgenden Steigradzahn dann wieder mit seinem anderen Flügel auffängt. Demzufolge schwingt die Unruh frei nach jeder Beschleunigung, weshalb man die Hemmung eine freie nennt, und der Anker steht mit dem Steigrad still während dieser Zeit.



1501. Quecksilberpendel.

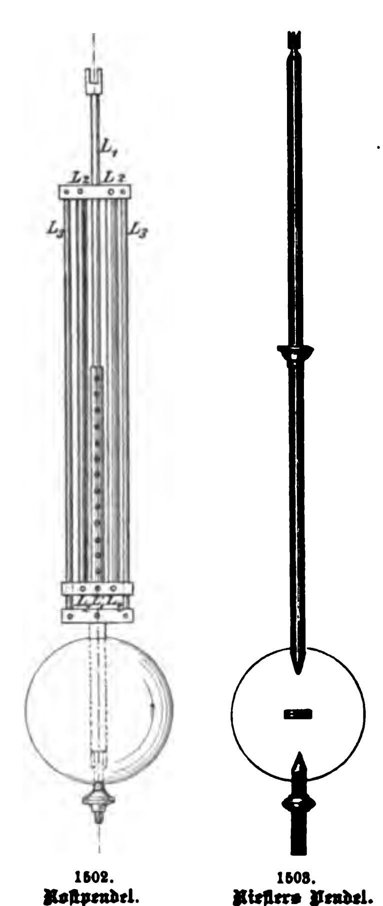
Zu den freien Hemmungen gehört auch der sogenannte Chronometergang. Er wurde schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts durch Jullien Le Roy erfunden, später, in den neunziger Jahren, in England durch Arnold und durch Earnshaw besonders ausgebildet und ist in unserer Zeit durch Jürgensen und Martens bei uns noch weiter vervollkommnet worden. Abb. 1500 stellt den Chronometergang in einer der gebräuchlichen neueren Formen dar. Merkwürdig genug ist, daß diese Hemmung im Grunde genommen mit dem Galileischen Pendel die Grundanordnung gemein hat. Das Steigrad wird durch die Sperrklinke A B bei C aufgehalten, während die Unruh rechtsum schwingt, ja auch bis sie den Linksschwung gerade bis in die gezeichnete Stellung vollzogen hat. Dann aber hebt der mit ihr verbundene Auslösezahn a sie vermittelst der Hilfsklinke F E D aus. Das Steigrad beginnt sofort zu gehen, erreicht mit dem zweiten Zahne hinter C noch die Hebefläche E an der Unruh und beschleunigt diese, worauf aber der erste Zahn hinter C wieder durch die Sperrklinke B A aufgefangen wird. Beim Rückschwung nach rechts (Pfeil f) schlüpft der Auslösezahn a über die federnde Klinke D E F weg, indem diese, sich ausbeugend, nachgibt. Hier wird also die Unruh nicht nach einer halben Schwingung, wie überall oben, sondern erst nach jeder ganzen Schwingung einmal beschleunigt.

Viele Einzelheiten im Bau der Uhren der bisher geschilderten Arten müssen wir übergehen, indessen noch der wichtigen Erfindungen gedenken, durch die man die störenden Einflüsse der Wärmewechsel fernzuhalten gesucht hat.

Ausgleichungen oder Kompensationen. Auf einzelne Körper wirken Wärmeschwankungen wenig ein, so auf Holz, weshalb für einfache Hausuhren, die man ab und zu einmal richtet, Pendelstangen aus Holz ganz brauchbar sind. Die Metalle dagegen, die wir gewöhnlich in unseren Maschinen verwenden, sind sehr empfindlich gegen die Wärme, so daß, wo Genauigkeit verlangt wird, bei metallenen Pendelstangen und Unruhen Ausgleichung der Wärmeeinflüsse sich früh nötig zeigte. Die Berechnung zeigt, daß, wenn eine Pendelstange von der wirksamen Länge L bei einem gegebenen Maß von Wärmesteigerung sich um 1 ausdehnt, der tägliche Verlust der Uhr $43\,200\ \frac{1}{L}$ Sekunden beträgt. Unter der Voraussetzung, daß die Wärmesteigerung 5° C. oder 4° R. betrage, gelten für $\frac{1}{L}$ folgende Zahlen, die als Mittelwerte brauchbar sind:

Weißtanne	0,0 000 207
Flintglas	0,0 000 432
Stahl	0,0 000 576
Gußeisen	0,0 000 594
Schmiedeisen	0,0 000 063
Messing	0,0 000 090
Blei	0,0 000 144
Zink	0,0 000 153
Quecksilber (räumlich)	0,0 000 900

Die obige Hausuhr würde also auf je 5° dauernde Wärmezunahme 43 200 . 0,0 000 207 = 0,86 Sekunden im Tag, oder 7 . 0,86 d. i. rund 6 Sekunden in der Woche verlieren; bei einer eisernen Pendelstange würde der Verlust schon 3 mal so groß sein. Man suchte diesen Verlusten im „Ausgleichs- oder Kompensationspendel" zu begegnen. Erfunden wurde das Ausgleichspendel (1715, n. a. 1721) durch denselben Georg Graham, von dem die Ankerhemmung in Abb. 1490 herrührt. Sein Pendel war ähnlich dem in Abb. 1501 dargestellten. Das Verfallen auf das Quecksilber begreift sich, weil es dasjenige Metall ist, welches die stärksten Räumteänderungen durch Wärmewechsel erleidet. Hier ist die eiserne Pendelstange a anstatt mit einer Linse mit zwei cylindrischen Glasgefäßen b b, die mit Quecksilber bis zu gewisser Höhe angefüllt sind, in der von der Abbildung angegebenen Weise versehen. Durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Quecksilbers wird der Schwerpunkt der schwingenden Masse, entsprechend der Verlängerung oder Verkürzung der Stange, weiter nach oben oder nach unten verlegt und so die richtige Pendellänge bei allen Wärmewechseln erhalten.



1502. Rostpendel. 1503. Rieflers Pendel.

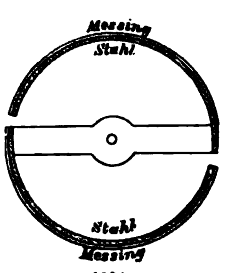
Ein weit mehr beliebtes Ausgleichungspendel ist aber das „Rostpendel", das Abb. 1502 darstellt. Die Aufhängestange L_1 trägt unten einen Quersteg, von dem zwei Steigestangen L_2 nach oben gehen und dort abermals einen Steg tragen; von diesem aus gehen dann zwei Hängestangen L_3 nach der Pendellinse. L_1 und L_3 wirken beim Strecken auf Senkung der Linse, L_2 dagegen auf Hebung. Indem man nun die Steigestangen aus wärmeempfindlicherem Stoff macht und die Längen passend wählt, erhält man eine recht befriedigende Ausgleichung. Geeignet ist für L_2 Zink, wenn L_1 und L_3 Stahl sind. Jürgensen erfand die messingene Büchse $L_1{}^1$ mit Stellbohrungen und Stift zur Regelung der Länge L_1.

Vor nunmehr acht Jahren ist das Quecksilberpendel durch Siegmar Riefler in eine neue vorzügliche Form gebracht und gleichzeitig neuer, scharf eingehender Vorberechnung seiner Schwingungsdauer unterworfen worden. Rieflers Pendel ist in Abb. 1503 dargestellt. Als Pendelstange dient ein Stahlrohr, das bis zu einer genau berechneten Höhe mit Quecksilber gefüllt, sonst aber rings geschlossen ist, so daß das Pendel fertig verschickt werden kann. Es leistet ausgezeichnete Dienste und ist bereits an mehr als 200 astronomischen Uhren in Anwendung.

Die allerneueste Zeit scheint für das Ausgleichspendel eine ganz unerwartete Erleichterung gewähren zu wollen, indem sich gezeigt hat, daß Stäbe aus einer Legierung von 36 Nickel und 64 Stahl gegen die gewöhnlichen Wärmeschwankungen so viel wie völlig unempfindlich sind, bei denen also der obige kleine Wert von 1 : L fast geradezu in Null übergeht. Versuche mit Pendelstangen aus diesem Stoff hat Dr. Riefler begonnen.

Bei den Kompensationen oder Ausgleichungen für Unruhuhren ist die Felge der Unruh nicht mehr der geschlossene Ring, in den sie übergegangen war (vergl. Abb. 1481), sondern der alte Balken der „Waag", ausgerüstet mit zwei Wimpeln in Halbringform, die sich bei Wärmeschwankungen angemessen aus- und einkrümmen. Diese Unruhwimpel werden aus einer Messing- und einer Stahlschicht, die man nicht durch Löten, sondern durch Aneinandergießen vereinigt, gebildet (vergl. Abb. 1504). Bei Wärmesteigerungen dehnt sich die Messingschicht stärker als die Stahlschicht und krümmt demzufolge den Wimpel an seinem Ende nach innen, obwohl er in seiner Mitte nach außen tritt. Bei passenden Verhältnissen behält hierbei der sogenannte Schwingungsmittelpunkt der um die Spindelachse schwingenden Massen seinen Abstand von der Achse fast unverändert bei. Das „Passendmachen" der Verhältnisse ist und bleibt freilich schwierig. Vielleicht läßt auch hier der Nickelstahl eine Erleichterung erhoffen.

Seeuhren oder Seechronometer. Praktisch weitaus am wichtigsten ist die Ausgleichung für die Seeuhren, weil diese die Möglichkeit geben sollen, auf dem weiten Weltmeer mit Sicherheit den Ort des Schiffes zu bestimmen. Die Aufgabe des Uhrmachers ist hier zugleich insofern die schwierigste, als die Wärmeschwankungen von der Tropenhitze bis zur Polarkälte gehen und dazu die Uhr durch Jahre, womöglich unangerührt, ungeputzt, ungeprüft doch verläßliche Angaben liefern soll. Man hat auf die Seeuhren den Namen Chronometer mit Vorzug übertragen, obwohl man ja eigentlich alle Uhren Messer der Zeit, d. i. Chronometer, nennen könnte, übrigens auch sehr feine Taschenuhren mit demselben Namen belegt. Man unterscheidet unter den Seeuhren den in einem Kasten untergebrachten und befestigten Kastenchronometer (im Anschluß ans Englische häufig Box-Chronometer genannt) von dem Taschenchronometer. Der erstere ist weitaus der wichtigste. Kastenchronometer werden größeren Schiffen der Sicherheit wegen meist in mehreren Ausführungen beigegeben, ja die neueren Polarforschungsschiffe rüstet man mit 10—15 Stück aus, um den in die Eiswelt, den wahren Tartarus, verbannten Seefahrer vor dem Verlust seines zeitbestimmenden Freundes zu schützen, der ihn durch sein Ticktack mit dem fernen Kulturleben in Verbindung hält. Die Möglichkeit, geographische Längenunterschiede mittels Uhren zu bestimmen, soll zuerst in einem zu Löwen 1547 herausgegebenen Werke von Professor Gemma-Frisius ausgesprochen worden sein. Jeder Reisende, der über die Grenzen unseres Vaterlandes nach Osten oder Westen reist, findet, daß seine Uhr im ersten Falle nach-, im zweiten vorgeht; die Uhr aber ist sich gleich geblieben: sie zeigt ihrem Inhaber, welche Zeit es bei ihm zu Hause ist. Dies ist auch die Aufgabe der Chronometer; fährt ein Schiff mit Londoner oder Pariser Zeit in den Ozean und findet einmal den Unterschied zwischen dem wirklichen Mittag und dem der Uhr von der Größe einer vollen Stunde, so hat es den 24. Teil des betreffenden Breitenkreises durchlaufen, und wenn diese Breite aus dem Stand eines Gestirns, z. B. der Sonne, ermittelt ist, so kennt man den Ort, wo das Schiff sich befindet. Es ist selbstverständlich, daß genaue Ortsbestimmungen nur mit sehr genau gehenden Uhren möglich sind; doch hat die Aufgabe, geeignete Uhren zu diesem Zwecke herzustellen, mehr als 200 Jahre zu ihrer Lösung gebraucht. Um zum Bau von Chronometern anzueifern, wurden im vorigen Jahrhundert sowohl von der Pariser Akademie der Wissenschaften als auch vom englischen Parlamente hohe Belohnungen ausgesetzt. Die von der Pariser Akademie gestellte Preisaufgabe wurde von einem holländischen Uhrmacher Namens Mossy im Jahre 1720 gelöst; doch blieb diese Arbeit ohne praktischen Erfolg. Die vom englischen Parlament ausgesetzte Belohnung von 20000 Pfd. Sterl. erhielt zur Hälfte 1761, wie schon oben erwähnt, John Harrison nach vierzigjähriger Bemühung. In derselben Zeit wie Harrison beschäftigten sich die Pariser Uhrmacher Ferdinand Berthoud (gest. 1807) und Pierre Le Roy (gest. 1785) mit der Anfertigung von Chronometern. Jener vollendete seine erste Seeuhr 1761, dieser 1763. Durch Harrison und die beiden genannten französischen Künstler war die Bahn zur Herstellung wirklich brauchbarer Chronometer



1504. Ausgleichungsunruh.

gebrochen, und bald fanden sich in größerer Zahl Nachfolger, durch welche dieser Zweig der höheren Uhrmacherkunst ausgebreitet und weiter vervollkommnet wurde, der auch bei uns jetzt in Blüte zu kommen begonnen hat.

Was nun das Wesentliche in der Bauart der Chronometer betrifft, so ist zunächst die Größe des Werkes hervorzuheben, da diese die Genauigkeit der Herstellung sehr erleichtert, und sodann die große Sorgfalt, welche der Ausgleichung gewidmet ist. Wir bringen in Abb. 1505 einen Chronometer zur Anschauung, welcher im allgemeinen zeigt, worin die Bauart desselben von der der gewöhnlichen Taschenuhr abweicht. Man sieht, daß das Werk nicht ein, sondern zwei Federhäuser hat; sie werden nacheinander aufgezogen, während die Uhr immerfort geht. Die Bodenräder treiben ein und dasselbe zwischen ihnen liegende Getriebe; der Chronometer geht daher sozusagen zweispännig und befreit das genannte Getriebe von Achsendruck. Die Federn in den Federhäusern sind in 20 Umgänge gewunden; das Aufziehen erfolgt alle 24 Stunden; die Trommeln werden aber dabei je nur zweimal um ihre Achse gedreht. Man steigert somit beim Aufziehen die Federspannung nur um ein Zehntel, was gestattet hat, auf Schnecke und Trommel zu verzichten; doch ist man in der Mehrzahl der Fälle noch bei Schnecke und Trommel geblieben. Das erwähnte erste Getriebe sitzt auf der Welle des großen Minutenrades; von diesem geht die Kraft über ein Mittelrad auf das Sekundenrad und von diesem auf das Steigrad über. Die Hemmung ist hier die oben bei Abb. 1499 besprochene freie Ankerhemmung. Die Unruh unterscheidet sich von einer gewöhnlichen zunächst durch ihre Spiralfeder, die nicht eben, sondern schraubenförmig gewunden ist (Abb. 1506). Man nennt sie nach dem ausgezeichneten französischen Uhrmacher, der sie eingeführt hat, Breguetfeder. In ihrem spannungslosen Zustande hat sie die walzenförmige Gestalt unter B, im ausgeweiteten Zustand die unter A und im zusammengewundenen die unter C. Die Regelmäßigkeit dieser Gestalten läßt bei guter Ausführung der Feder erkennen, daß diese sich in geradem Verhältnis zum Windungswinkel spannt. Ihre Befestigung an Kloben und Rad muß aber hierfür, wie Ingenieur Phillips gezeigt hat,*) mit einem Fortsatz von eigentümlicher spiraliger Gestalt stattfinden; es ist, als laufe jedes Ende in ein Stück der alten Huyghensschen Spirale aus. Diese Feder wird zuweilen nicht von Stahl, sondern von Gold gemacht. Die Schrauben, deren Köpfe man auf den Schwungwimpeln erkennt, dienen zur Regelung der Schwerpunktslage der Wimpel; ihre genaue Einstellung erfordert viele Monate hindurch die sorgfältigste Thätigkeit des Uhrmachers.



1505. Chronometer.

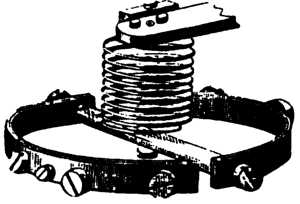
Die Erfahrung hat ergeben, daß feine Uhren, die in der Tasche getragen werden, oder überhaupt Bewegungen ausgesetzt sind, sich im Gange verlangsamen, wogegen diejenigen, welche an festen Orten aufgehängt oder niedergelegt werden, ihren Gang gleichmäßig ein-

---

*) Näheres in den „Annales des Mines“, Band XIX, 1861. Praktische Aufsuchung der Anschlußkurve siehe „Bulletin d. l. Soc. d'Encouragement“ 1898 Mai.

halten. Die sogenannten Taschenchronometer können daher nicht ohne weiteres unfehlbare Zeitmesser sein; sie müssen vielmehr auch erst sozusagen dem Eigentümer in der Tasche geregelt werden, da die Körperbewegungen des Trägers, somit auch deren Einfluß auf den Gang der Uhr sehr verschieden sind. Um die schwankenden Bewegungen des Schiffes für die Uhr weniger fühlbar zu machen, wird die letztere in einem sogenannten kardanischen Gehänge, wie der Schiffskompaß, aufgehängt. Ganz kann jedoch der Einfluß der Schiffsschwankungen nicht beseitigt werden; denn jede freihängende Uhr gerät durch das Schwingen der Hemmungsteile des Werkes in eine geringe schaukelnde Eigenbewegung, die störend auf den Gang einwirkt.

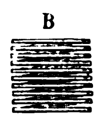
Hier ist nun der Ort, hervorzuheben, daß Sternkunde und Seefahrtskunde zusammen, die zwar getrennt, aber doch in innerem Zusammenhang an den Zeitbestimmungsaufgaben wirken, es dahin gebracht haben, daß man zu gemeinsamen, festen Anschauungen über die praktische Zeitmessung gelangt ist. Nicht die vorher unerhörten „anderthalb Minuten" Harrisons (siehe S. 607) sind mehr das höchste Ziel, obgleich die heutigen Seeuhren besser sind, auch damals ein günstiges Spiel von Wechselwirkungen das Endergebnis so blendend gemacht hat, sondern dieses Ziel ist die „Gleichmäßigkeit" der Bewegung des Werkes und die „Regelmäßigkeit", mit der die Uhr den äußeren Einflüssen nachgibt, nachdem man, wie sich von selbst versteht, alles gethan hat, um die Wirkung dieser Einflüsse zu verringern.





1506. Chronometerunruh.







1507. Breguetfeder.

Man unterscheidet heute den „Gang" der Uhr und den „Stand" derselben und beobachtet beide an den wichtigen Zeitmessungsstellen regelmäßig und höchst sorgfältig. Am genauesten geschieht dies natürlich auf den Sternwarten, aber es geschieht zugleich doch für die Seefahrer, denen die Sternwarten die Tafeln der täglichen Stellungen einer großen Zahl von Gestirnen liefern.

Der „tägliche Gang" einer Uhr ist deren tägliches Vorgehen oder Zurückbleiben gegenüber der mittleren Zeit; erstrebt wird die höchste Gleichmäßigkeit des täglichen Ganges. Der „Stand" einer Uhr ist der Unterschied zwischen der mittleren und der von der Uhr gezeigten Zeit; er ist das Ergebnis des Ganges sowohl, als der Ortsveränderung der Uhr auf dem Erdball. Das Zeitmaß, um welches Gang und Stand hinter der mittleren Zeit zurück sind, wird mit + (plus) bezeichnet, dasjenige, um das sie vor sind, mit — (minus). Aus bekanntem Gang und Stand wird die mittlere Zeit berechnet.

Beispiel. Am 21. Juni 1894 habe eine Uhr gezeigt 5 h 15′ 00″, während die mittlere Zeit war 5 h 18′ 27,30″. In den Tagen um den 21. Juni wurde der Gang dahin befunden, daß die Uhr alle 24 Stunden 3,22″ vorging. Demnach hatte die Uhr am 21. Juni 1894, 5 h 15′:

Stand	+ 3′ 27,30″
Tägl. Gang	— 3,22″,
es war also die mittlere Zeit:	5 h 15′ 00″
	+ 0 h 3′ 27,30″
	5 h 18′ 27,30″
3 Tage später würde wegen des Ganges von	— 3,22″ sein:
Mittlere Zeit	5 h 15′ 00″
	+ 0 h 3′ 27,30″
	— 0 h 0′ 9,66″
	5 h 18′ 36,96″
und daraus der Stand	+ 0 h 3′ 15,64″

Es sei bemerkt, daß die Fabrikanten feiner Taschenuhren vor deren Ablieferung lange Zeit hindurch den Gang und Stand beobachten und zu Papier bringen, so daß der Empfänger in die Lage versetzt wird, in vorstehender Weise die mittlere Zeit genau aus der Angabe seiner Uhr zu ermitteln. Die Beobachtungen an den Seeuhren werden in ähnlicher Weise, meist tagtäglich benutzt, um aus der Zeigerangabe den Ort des Schiffes zu bestimmen. Ungleich weitläufiger sind die Beobachtungen und die sich daran schließenden Berechnungen auf den Sternwarten. Jetzt hat die Gesellschaft Urania in Berlin eine Uhrenprüfungsstelle eingerichtet, auf der Taschenuhren unter Wärme- und Stellungswechseln gründlich geprüft und mit einem ausführlichen Prüfungszeugnis wieder abgeliefert werden.

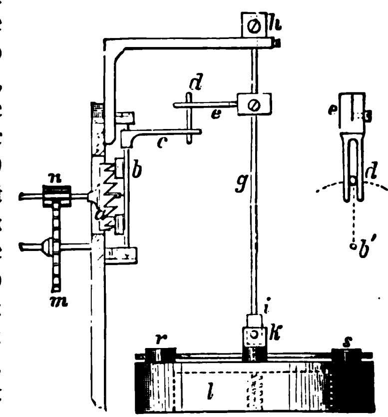
Aus den Errungenschaften der Seeuhr erwarben wir die Verbesserungen der Taschenuhr, aus denen der astronomischen Uhr die der Pendeluhren. Tüchtige Künstler für Seeuhren haben sich auch bei uns hohen Ruf erworben, wie Tiede in Berlin, Kessels in Altona, Jürgensen in Kopenhagen, Eppner in Lähn u. a. m. Für Taschenuhren hat das Haus Lange in Glashütte (Sachsen) sich Weltruf erworben.

1508. Harder'sche Jahresuhr mit Drehpendel.

Allerlei kleinere Neuerungen haben die letzten Jahrzehnte gebracht. So z. B. geschieht das Aufziehen bei neueren Taschenuhren nicht mehr mit einem besonderen Schlüssel, sondern meistens durch einen Knopf („Krone"), der oben im Ringe oder Bügel gedreht wird, Bügelaufzug, oder es wird bei den sogenannten Savonetteuhren, welche über dem Zifferblatt einen metallenen Deckel haben, durch das Zumachen dieses Uhrdeckels jedesmal das Werk um ein bestimmtes Stück aufgezogen. Ein sechsmaliges Auf- und Zumachen reicht hin, um die Uhr für 24 Stunden aufzuziehen. Wird der Deckel öfters geöffnet, so geht der Mechanismus, wenn ganz aufgezogen ist, leer.

Manche Taschenuhren haben auf dem Hauptzifferblatte noch ein kleines mit einem Sekundenzeiger, eine im Mechanismus leicht herzustellende Sache; denn es gehört dazu nur, daß man die Achse eines der Räder, das ohnehin in einer Minute umläuft, so weit verlängert, daß sie durch das Zifferblatt geht und ein Zeiger aufgesteckt werden kann. Aber diese Einrichtung ist für genaue Beobachtungen wenig nütze, da sie zu klein, die Teilung zu fein ist und das Auge nicht mit Sicherheit dem Zeiger folgen kann, wie er, in vier Rückungen auf die Sekunde, über dieselbe hinweggeht. Zweckmäßiger ist die Einrichtung, wenn der Zeiger statt vier Rückungen nur eine macht, so daß er auf jedem Teilstrich halten bleibt und am Schluß der Sekunde auf den nächsten überspringt. Dies ist dann eine Uhr mit springender Sekunde. Eine fernere Verbesserung war, daß man den Sekundenzeiger, unter Beibehaltung des Sprunges, zu den beiden anderen verlegte und über diese hinwegragen ließ, wie dies bei Gewichtuhren schon bestand. Hier war aber die Triebkraft für den Zeiger von der Welle der Unruh zu entnehmen, was wieder dem genauen Gange der Uhr nachteilig war, und so ist es denn für das Beste befunden worden, ein besonderes Triebwerk mit eigner Feder herzustellen, das für sich aufgezogen wird und lediglich den Sekundenzeiger zu drehen hat. Man nennt diese Bauart den selbständigen oder unabhängigen Sekundengang.

Unter den Spielarten im Gebiet der Stand- oder Stutzuhren, die, wie wir oben sahen, schon vor Henlein gebaut wurden, ist ihres Baues wegen die dem Publikum seit einigen Jahren vorgeführte Uhr mit Drehpendel zu erwähnen. Das den Gang regelnde Stück ist bei derselben eine schwere, äußerst langsam schwingende Unruh, welche sich nicht, wie die gewöhnliche, auf einen Zapfen stützt, sondern an einem solchen hängt, und zwar vermittelst der Schwungfeder an den Kloben angehängt ist. Die Schwungfeder, welche bei Henlein eine gerade Feder (die Schweinsborste oder mehrere derselben) war, durch Huyghens und Hooke in eine Spiralfeder umgestaltet worden, später gelegentlich in eine Schraubenfeder umgeformt wurde, wie beim Chronometer (s. Abb. oben), ist endlich gerade gestreckt und der Achsenrichtung nach gelegt. Sie wird meist in Form eines schmalen dünnen Stahlbandes ausgeführt, welches sich bei dem Links- und Rechtsschwingen der Unruh korkzieherartig links und wieder rechts windet, in der Mittellage aber als gerade herabhängt. Wenn die Masse der Unruhscheibe groß im Verhältnis zum Verdrehungswiderstand der Schwungfeder ist, so fällt die Zeit jeder einzelnen Schwingung der Scheibe sehr groß aus und gestattet deshalb eine sehr lange Gangdauer des Triebwerks der Uhr. Ein solches Drehpendel ist in der Harderschen Jahresuhr angewandt. In Abb. 1508 ist eine äußere Ansicht einer solchen Uhr gegeben. Man sieht zwischen vier Säulen die schwere Scheibe, welche noch zwei kleinere Scheiben trägt. Die letzteren sind auf der ersten Scheibe verschiebbar und bezwecken, ein rascheres oder langsameres Schwingen der Scheibe durch Nähern oder Entfernen vom Mittelpunkt der großen Scheibe regeln zu können. In Abb. 1509 ist eine schematische Seitenansicht sowie Oberansicht des Drehpendels gegeben. l ist die schwingende, am Stahlband g hängende Scheibe, welche durch die Klemmschraube i k fest mit g verbunden ist, während das Band oben bei h an einem freitragenden Arm befestigt ist. Auf das Stahlband g ist nahe seinem Aufhängepunkte h die kleine Gabel e festgeschraubt, welche mittels des Stiftes d und des Hebels c mit der Spindelhemmung bei b in Verbindung steht, die wir aus obigem kennen. Da die Scheibe Schwingungen bis 360 Grad und mehr ausführt, so muß sich die Gabel e vom Stifte d zeitweilig lösen. Derselbe bleibt jedoch in seiner Stellung unverrückt stehen, so daß die Gabel bei der Rückkehrschwingung ihn wieder erfaßt und nun den Hebel c nach der einen Seite dreht. Die Schwingungen der Scheibe l erfolgen sehr langsam, höchstens zu vier bis sechs in der Minute. Hierdurch macht die Hardersche Uhr sowie ähnliche mit Drehpendel versehene Uhren einen im Gegensatz zu den raschgehenden Pendeluhren wohlthuenden ruhigen Eindruck. Bemerken müssen wir nur, daß sich die Drehpendeluhren nur äußerst schwer regeln lassen und sich daher für genaue Zeitweisung nicht eignen.

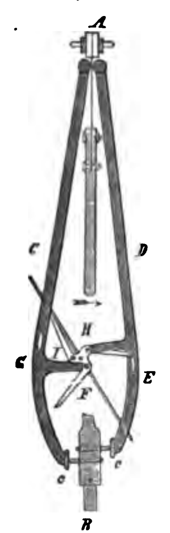


1509. Anordnung von Reguliergewichten bei der Harderschen Jahresuhr.

Figurenuhren. Unter diesem Namen versteht man Uhren, an welchen menschliche oder Tierfiguren als Automaten bei der Zeitanzeige zur Wirkung kommen. Abgesehen von den alten figurenreichen Werken, die wir oben berührt, sind gewisse Figurenuhren stark verbreitet. So die so sehr beliebte und immer wieder gern genommene Kuckucksuhr der Schwarzwälder. Der Kuckuck wurde 1730 von Anton Ketterer aus Schönwald im Schwarzwald ersonnen. Zwei hölzerne Pfeifchen geben den Rufton, zwei Blasebälge führen die Luft zu; diese kleine Vorrichtung, das Geschrei genannt, bildet den Gegenstand des Hausfleißes in bestimmten Dorfgemeinden des Waldes. In diesem Jahrhundert hat man zum Viertelrufen die Wachtel noch hinzugezogen; einzelne Dörfer liefern die niedlichen, sehr geschickt hergestellten Vogelautomaten. Beliebt ist auch unter anderem die Schwarzwälder Trompeteruhr, bei welcher bei Stundenschlag zwei Trompeterchen erscheinen und den Stundenmarsch blasen. Auch auf die Stutzuhren hat man in den letzten Jahrzehnten das Figurenwesen angewandt. Stark verbreitet ist die Uhr, bei welcher eine zierliche weibliche

Figur das Pendel mit dem erhobenen Arm trägt und gleichsam ohne jede mechanische Hilfe vor sich hin und her schwingen läßt. Es wird hier eine geschickte Täuschung ausgeübt, indem der Beschauer nicht sieht, daß der Figur vom Uhrwerk aus ganz kleine Hin- und Herdrehungen, genau entsprechend den Schwingungszeiten des Pendels, erteilt werden; durch diese Bewegungen wird das Pendel im Gang erhalten. Andere Figurenührchen scherzhafter Natur kommen und vergehen mit der Mode; sie vergehen trotz hübscher Wirkungen meistens sehr schnell, weil sie durch die Häufigkeit der Figurwirkung ermüden, wie das niedlich ersonnene Knäblein mit dem „fliegenden Pendel", die schaukelnden Soldaten und ähnliches. Beim Kuckuck ist das Richtige getroffen, indem das Spielwerk beim gewöhnlichen Gang der Uhr verdeckt bleibt.

Turmuhren. Die öffentlichen, weit sichtbar aufgestellten Uhren waren, wie wir oben gesehen haben, schon sehr früh in Anwendung und demnach Gegenstand des Kunstfleißes. Nachdem von ihnen aus schon frühzeitig die Zeitmesser verkleinert ins Haus, in die Stube, und dann gar in die Tasche gestiegen, unterließ man nicht, sie selbst weiter zu bilden und von ihren Mängeln zu befreien. Der „Uhrenbauer", welcher Turm- und sogenannte Hofuhren fertigt, hat sich vom Uhrmacher häufig getrennt oder ist, um es genauer zu sagen, dem älteren Fache des Schlossers, aus welchem das des Orelmachers hervorging, treuer geblieben. Er hat mit größeren Kräften und Widerständen zu rechnen: Da sind bedeutende Reibungen an langen Wellenleitungen zu überwinden, die Zeiger sturmsicher zu machen, schwere Hämmer für das Schlagwerk zu bewegen u. s. w. Daneben wird dennoch eine große Genauigkeit der Zeitweisung erfordert. Man hat eine Reihe bemerkenswerter Hemmungen für die Großuhren ausgebildet, darunter namentlich die sogenannten Hemmungen „mit konstanter Kraft" oder Schwerkrafthemmungen. Einen lebhaften Antrieb zur Ausbildung derselben gab Ende der 40er Jahre die große Uhr für den Westminsterturm in London mit ihren vier Stück 7 m hohen Zifferblättern (das auf dem Domturm in Mecheln hat freilich 40' oder $12\,^1/_4$ m Durchmesser). Das Pendel dieser Uhr wiegt 685 Pfund; es hängt an einer Blattfeder von $^1/_{60}$ Zoll oder $^4/_{10}$ mm Dicke und 76 mm Breite. Jeder der 8 Zeiger wiegt nahe 2 Zentner; die ersten waren sogar über dreimal so schwer gewesen. Die Uhr wurde nämlich allmählich verbessert und umgearbeitet. Das Treibgewicht des Gehwerks wiegt $2\,^1/_2$ Zentner und bedarf 20 Minuten Aufziehezeit; anfänglich hatte das Gewicht über die doppelte Größe; das Aufziehen des Schlagwerks dauert einen ganzen Tag. Die Hemmung der Uhr ist die Denisonsche Schwerkrafthemmung, welche wir in Abb. 1510 skizziert sehen.



1510. Denisonsche Schwerkrafthemmung.

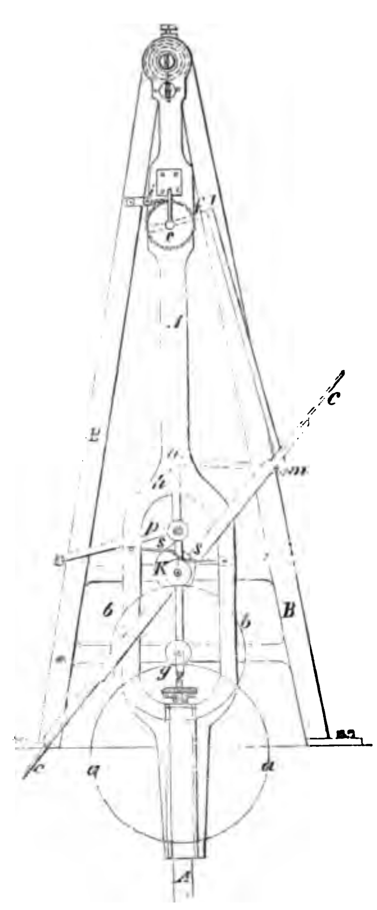
AB ist das teilweise abgebrochen dargestellte Pendel, FH das Steigrad. Der Anker der ruhenden Ankerhemmung ist hier in zwei Teile C und D aufgelöst, welche bei E und G die Auffangeflächen für die Steigradzähne an sich tragen. Das jetzt nach rechts schwingende Pendel stößt bei e an den Arm E und führt nach kurzem Weiterschreiten bei E Auslösung herbei. Das Steigrad wird dadurch sofort frei und treibt nun mittels des Zahnes bei F den Arm C nach links, welcher aber dann mit seiner Auffangefläche bei G das Steigrad, nachdem es eine Sechstelbrehung vollzogen hat, auffängt oder hemmt.

Das Pendel hat nun den Arm D noch immer gleichsam auf sich lasten, hebt oder drängt denselben zur Seite; beim Rückschwung aber gibt der Arm die ihm mitgeteilte Kraft wieder zurück, ja mehr als das, indem er weiter nach links vorschreitet oder „fällt", als er gehoben worden ist, so weit nämlich, bis er von dem jetzt in der wagerechten Ebene liegenden Zahn I des Dreischlags FHI aufgehalten wird. Ähnlich geht es bei dem Arm C. Beide werden zwar vom Pendel etwas gehoben, sinken darauf aber tiefer oder weiter mit ihm hinab, als sie gehoben worden, treiben also das Pendel mit Kraftüberschuß, und dieser Überschuß ist immer derselbe, weil bloß von der Schwere der Teile abhängig. Die Denisonsche Hemmung ist jetzt sehr gebräuchlich. Bedeutende Verdienste um die

Großuhren hat sich der sehr geschickte und erfinderische Uhrmacher Rhaßkopff (nicht Roskopf, wie man oft geschrieben findet) in Koblenz erworben.

Eine andere Turmuhrenhemmung führen wir noch dem Leser in der Hemmung von Mannhardt vor, des vor einigen Jahren verstorbenen ausgezeichneten Münchener Uhrenbauers, von dem u. a. auch die vortreffliche und bewährte Berliner Rathausuhr herrührt. Eine Eigenschaft der gedankenreichen Mannhardtschen Hemmung ist, daß das Pendel nicht nach jedem ganzen oder halben Schwunge, sondern nur minutlich einmal beschleunigt wird.

Das Räderwerk der Uhr besteht aus einem einfachen Laufwerke, d. i. einem Bodenrade a, einem Laufrade b und einem Windfange c. Das Betriebsgewicht des Laufwerks ist ganz ohne Einfluß auf den Antrieb, welchen das freischwingende Pendel in jeder Minute erhält. Die sinnreiche Art, wie dem Pendel dieser Antrieb jede Minute erteilt und wie das Laufwerk ebenso oft ausgelöst wird, wird durch das Nachstehende klar werden. Am Pendel A, welches in zwei Blattfedern hängt, ist nahe seinem Aufhängepunkte ein kleines Sperrädchen e angebracht, welches sich leicht und ohne Öl zu bedürfen in seinen feinen Zapfen dreht; dieses Rädchen hat so viele Zähne, als das Pendel in einer Minute Doppelschwingungen (ein Hin- und ein Hergang zusammen) macht.



1511. Mannhardts freies Pendel für Turmuhren.

Es ist nun leicht einzusehen, daß dieses Rädchen bei jeder Pendelschwingung von rechts nach links von dem am festen Ständer B angebrachten, aus Elfenbein gefertigten Sperrkegel i um einen Zahn vorgeschoben wird. An der Achse des Sperrädchens sitzt ein Hebelarm f, welcher bei jeder Umdrehung des Rädchens, also in jeder Minute einmal, an das Auslösungsstück l m n stößt, wodurch das Laufwerk frei wird und der Windfang c eine Umdrehung vollenden kann. Nach vollendeter Umdrehung wird das Laufwerk an dem auf der Achse des Windfangs sitzenden Arme g h durch den Haken des Auslösungsstückes l m n bei n wieder angehalten.

Nun trägt aber die Achse des Windfangs eine exzentrische Scheibe K, welche die Rolle p sanft auf die Ruhefläche der zweimal gebrochenen und am Pendelrahmen angebrachten Hebelbahn s s legt, von wo sie auf die schiefe Ebene jener Bahn gelangt und durch ihre sich natürlich immer gleich bleibende Schwere auf das Pendel einen Druck ausübt, der ihm den erlittenen Kraftverlust ersetzt. Alles dies geschieht ohne Reibung und ohne Stoß, was bisher noch bei keiner Großuhrhemmung erreicht war. Bei der Vollendung seiner Umdrehung hebt das Exzenter K die Antriebsrolle wieder in die Höhe, und das Pendel schwingt wieder ganz frei während der nächsten Minute, um am Ende derselben wieder den sanften Antrieb zu erhalten. An der Berliner Uhr hat der, in echt mittelalterlicher Weise launige Künstler den Antreiber als ein kleines Bein gestaltet, dessen zierlicher Elfenbeinfuß dem Pendel jede Minute einen zarten Fußtritt versetzt.

Bei den Zapfen des Sperrädchens und bei den Antriebsrollen ist die Anwendung irgend eines Schmiermittels unnötig und dadurch die Verharzung unmöglich gemacht; es laufen nämlich die auf das feinste polierten Zäpfchen des Sperrades in Holzbüchsen, die mit Graphit durchtränkt sind, ebenso sind die Antriebsrollen ausgebüchst. Das Rädchen

ist aus Bronze und der dasselbe schiebende Sperrhaken, wie schon bemerkt, aus Elfenbein. Es erübrigt nun noch zu erwähnen, daß das erwähnte Rädchen an seinem inneren Felgenrand durch ein kleines Gewicht mittels eines mit feinem Leder überzogenen Drückers sanft gebremst wird, bis der Sperrhaken von neuem zur Wirkung kommt.

Kontrolluhren. Mit diesem Namen bezeichnet man Uhrwerke, welche man benutzt, um sich von der Aufmerksamkeit und Pünktlichkeit, überhaupt der Pflichterfüllung von Nachtwächtern, Fabrikaufsehern, Gefangenwärtern u. s. w. zu überzeugen. Es gibt eine ziemlich große Anzahl von Bauarten für solche Uhren; sie sind in Deutschland ausgebildet und zu hoher Vollkommenheit gebracht worden, namentlich durch den Uhrmacher Bürck zu Schwenningen in Württemberg. Die Wirkung der gebräuchlichsten beruht darauf, daß sich mit dem Stundenzeiger eine Trommel bewegt, auf der von einer bestimmten Stelle aus eine Anzeichnung möglich ist. Die Trommel kann mit Papier überklebt und die Anzeichnung durch Bleistift ausführbar sein. Eine von Professor Gintl in Graz entworfene Kontrolluhr ist mit zwei ineinander gesteckten Trommeln versehen, von denen die größere feststeht, die innere sogenannte Stundentrommel aber vom Uhrwerk so bewegt wird, daß sie sich in 24 Stunden einmal dreht; außerdem ist diese Trommel mit 24 oder 48 radialen Fächern versehen, welche vor einem in der äußeren Trommel angebrachten Schlitz vorbeigehen und seine Blech- oder Papiermarken aufnehmen können, die der Wächter durch den Schlitz hindurchsteckt. Beim Öffnen der Kapsel ergibt sich auf einen Blick, zu welchen Zeiten der Wächter „gestochen" hat. — Andere Kontrolluhren laufen nur eine bestimmte Zeit und müssen mit Schlüsseln aufgezogen werden, die an gewissen aufzusuchenden Stellen aufbewahrt werden, oder die verschiedenen Markstempel sind über das zu begehende Gebiet verteilt — kurz, es lassen sich zahlreiche Abänderungen denken, die auch für einzelne Zwecke Ausführung gefunden haben.

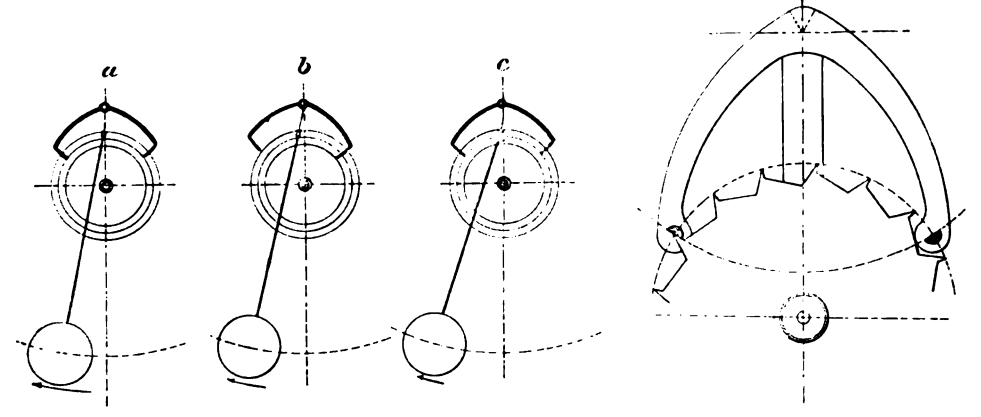
Neuester Fortschritt im Hemmungsbau, Rieflersche Hemmung.

Überblickt man, was seit sechs bis sieben Jahrhunderten im Bau der Räderuhren geleistet worden ist, so erkennt man, daß deutsche Kunstfertigkeit von früh an dabei mitgewirkt hat. Die oben erwähnte Uhr im Doverkastell und Heinrich Wyks ebenfalls schon angeführte Uhr in Paris legen Zeugnis davon ab. Vor vierhundert Jahren hat deutsche Kunstfertigkeit durch die Erfindung der Taschenuhr sich in dem Gebiet ein Verdienst allerersten Ranges erworben. Geht man dann aber weiter, über das 16. ins 17. Jahrhundert, so sieht man bei uns den Erfindungsgeist erlahmen — der ungeheure deutsche Krieg verheerte und zerstörte zu viel — und im 18. die Leitung im erfinderischen Thun an der Uhr an England und Frankreich übergehen. Dort werden durch sie viele Namen glänzend und berühmt. So in England die von Hooke, Clement, Graham, Mudge, dann Harrison, Earnshaw, Arnold, Tompion, und weiterhin in unserem Jahrhundert Dent, Denison, Bloxam u. a.; ferner in Dänemark Jürgensen, sodann in Frankreich die von Jullien Le Roy, Pierre Le Roy, Lepaute (ein und dieselbe Person mit Beaumarchais, dem Dichter des Figaro), Dutertre, Berthoud, dann Bréguet u. a. In der Ausführung der Werke schloß sich Deutschland in unserem Jahrhundert allmählich den Nachbarn an mit seinen Tiede, Kessels, Rhaßkopff, Eppner, Lange, Mannhardt und macht heute bedeutende Anstrengungen, auch auf dem Felde der Seeuhren den Wettbewerb der Fremden, der noch sehr mächtig ist, zu bekämpfen. Die Reichsbehörden werden da noch einhelfen müssen; die Belohnung Harrisons und die von der französischen Akademie verliehene sind uns nicht geschenkt! Aber unter denjenigen, die die Geschichte der Uhrenerfindung seit 1500 zu nennen hat, fehlen die deutschen Namen. Das gab den Freunden des deutschen Gewerbefleißes schwer zu denken. Da aber geschah in dem gegenwärtigen Jahrzehnt das Unerwartete, daß mit einem Male eine ganz neue und vorzügliche Hemmung für Pendel- wie für Unruhuhren aus deutscher Hand hervorging; es ist die Rieflersche Hemmung, mit der wir unter anderem in Chicago 1893 die erste und oberste Stellung im Wettkampf der Erfinder auf dem Uhrengebiet eroberten und mit der wir nun in die vorderste Reihe der Hemmungserfinder eingerückt sind.

Im Gangwerkbetrieb der Uhr sind vier Kraftaufwendungen erforderlich, zwei für Zapfen- und Zahnreibungen und je eine für das Beschleunigen des Taktgebers und das Auslösen des Steigrades. An den beiden letzteren hat Riefler Kraft zu ersparen gesucht und zwar mit vorzüglichem Erfolge.

Die aufeinander folgenden Erfindungen dreier Jahrhunderte hatten die mächtigen Stöße, die mit der Spindelhemmung der Waag verbunden waren, Schritt für Schritt vermindert bis auf einen kleinen Rest, der in unser Jahrhundert herübergenommen wurde und darin besteht, daß beim Beschleunigen des Taktgebers der Angriff immer noch etwas plötzlich erfolgt. Diese geringe Plötzlichkeit hat Riefler beseitigt und damit zugleich die Loslassung des Steigrades erleichtert. Er läßt zu diesem Ende den schwingenden Taktgeber, sei es Pendel, sei es Unruh, in den Augenblicken seiner größten Schnelle eine Feder aus dem spannungslosen Zustand in einen etwas gespannten überführen, dadurch das Steigrad auslösen, dieses aber dann den Anker rückwärts verstellen, um sowohl das Steigrad wieder zu hemmen, als auch die erwähnte Feder noch weiter zu spannen, so daß sie dem Taktgeber bei seinem Rückschwung Beschleunigung erteilt.

Abb. 1512a—c soll zunächst den Vorgang für einen einfachen Pendelschwung begrifflich versinnlichen. Als Beschleunigungsfeder benutzt Riefler bei seiner Pendelhemmung



1512. Rieflersche Hemmung. 1513. Rieflersche Hemmung.

die bekannte und gebräuchliche Aufhängefeder des Pendels. Die Schwingungsachse des Ankers ist mit derjenigen des Pendels zusammengelegt. Schwingt nun, wie unter a, das Pendel nach links, so biegt es etwas weniges die Aufhängefeder und rückt dadurch mit allmählich zunehmender Kraft den Anker aus seiner mittleren Stellung nach links aus, wie unter b dargestellt. Sofort kommt das Steigrad in Gang, faßt aber dabei den rechten Arm des Ankers und führt diesen wieder in die mittlere Stellung (c). Dabei spannt der Anker die Hängefeder für Rückschwung des noch immer nach links schwingenden Pendels und wird diesem bei seiner Rückkehr Beschleunigung mitgeben; alles dies geschieht ohne Stoß. Nach dem Durchgang des Pendels durch seine Mittelstellung wiederholen sich die Vorgänge in umgekehrter Folge.

Abb. 1513 stellt Anker und Steigrad in ihren theoretisch wichtigsten Formen dar. Anker in Mittelstellung, links hemmend, rechts mit seiner Ruhefläche auf halber Teilung stehend; seine Achse ist als Kante einer Schneide ausgebildet, die auf ebener Steinfläche ruht. Wenn beim Auslösen der linken Ruhefläche der rechts gelegene Hemmungsstift nach dem Inneren des Steigrades rückt, erreicht er die schräge Grundflanke des Steigradzahnes ganz nahezu, wenn links die Ruhefläche das Rad freigegeben, wird also alsbald durch die Grundflanke gefaßt und nach außen geschwenkt, so daß der Anker wieder in seine Mittelstellung gelangt. Umgekehrt folgen die Bewegungen beim Rechtsschwung.

Die technische Ausführung der Rieflerschen Hemmung an einer Turmuhr zeigt in zwei Ansichten Abb. 1514. Zunächst sieht man, daß das Steigrad aus zwei Teilen hergestellt ist, die aber fest mit Schrauben vereinigt sind; die vornliegende Hälfte hat die Hemmungsflanken, die zurückliegende die Grundflanken an sich. Das Schneidengelenk des Ankers ist deutlich erkennbar, dazu auch das Körnerschraubenpaar, das Längsverschiebungen der Schneiden verhindert. Oben sind die Schrauben deutlich sichtbar, mittels deren das Blattgelenk des Pendels so auf Höhe eingestellt wird, daß die Schwingungsachse der Blattfeder mit der Schneidenachse zusammenfällt. Auch die Einstellungsschrauben der Steine, auf denen die Schneidenhälften schwingen, sind klar zu erkennen. Ausgeführt ist das seit 1893 in ununterbrochenem Gang befindliche Werk von der Turmuhrenfabrik von J. Neher Söhnen in München.

Gleich die erste Rieflersche astronomische Uhr, aufgestellt auf der Sternwarte in München 1891, lieferte ganz ungewöhnlich günstige Ergebnisse in Bezug auf die Kleinheit und die geringe Veränderlichkeit des „Ganges" im oben erläuterten Sinne. Es betrug nämlich ihr mittlerer täglicher Gang in drei Beobachtungsreihen, nämlich:

vom 1. September bis 17. September 1891	+ 0,030	Sekunde
„ 5. Dezember „ 31. Dezember „	+ 0,024	„
„ 16. August „ 2. September 1892	+ 0,060	„
und für diese drei Messungsreihen die mittlere Gangänderung für den Tag auf 1° C. Wärmezunahme	— 0,0008	„

während dieser letztere Wert, die tägliche Gangänderung, betrug bei Uhren der Sternwarten zu:

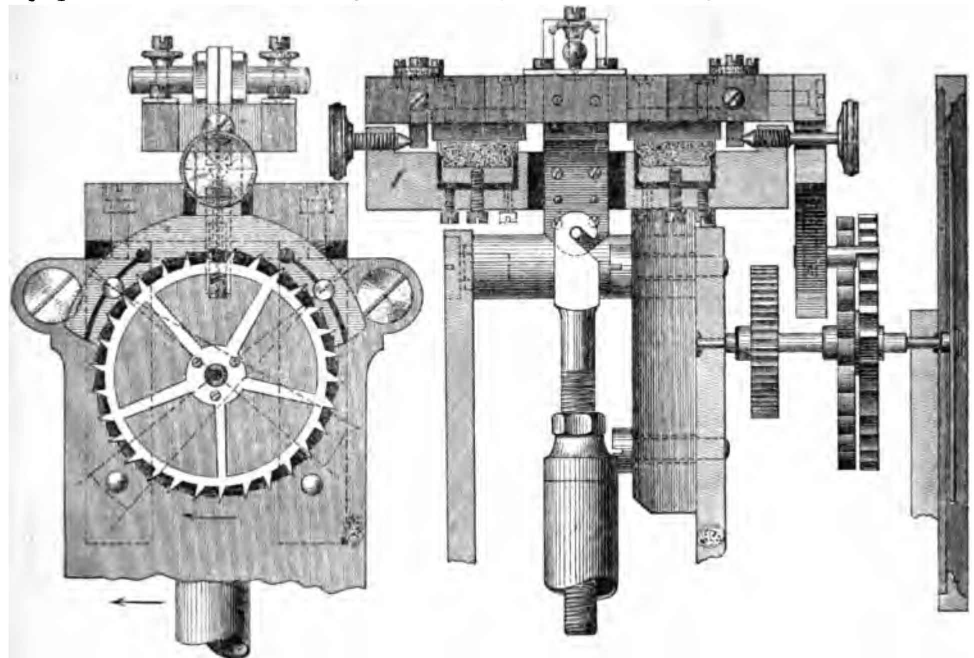
Leiden	— 0,0151	Sekunde
Berlin	+ 0,0222	„
Potsdam	— 0,0360	„
Hongkong	— 0,0350	„
Leipzig	— 0,0160	„
Neuenburg (Schweiz)	+ 0,0601	„
Ebendaselbst	— 0,0049	„
Bothkamp	— 0,0442	„

d. h. in einem einzigen, dem vorletzten Falle war die Rieflersche Gangänderung 6 mal, in dem anderen 19—55 mal günstiger, nämlich kleiner, als die der vorzüglich überwachten und hergestellten anderen Uhren. Auch an den mehr derben, viel Erschütterungen ausgesetzten Rieflerschen Uhren für bürgerliche Zwecke ist die Gangänderung verhältnismäßig sehr klein. So beträgt der Gangfehler an der oben erwähnten Turmuhr mit ihrer 90 m langen Zeigerleitung nur 0,12 Sekunden täglich.

Auch wurde der von Riefler aufgestellte und rechnerisch erwiesene Satz, daß jedes Pendel, wie es auch beschaffen sei, oberhalb und unterhalb des Wärmemaßes, für das es ausgeglichen ist, langsamer schwingt, bestätigt gefunden. Die vom Luftwiderstand herrührende Beeinflussung des Ganges hat Riefler durch Einschließung seiner astronomischen Uhr in ein sehr nahe luftleer gemachtes Glasgehäuse ganz beseitigt. Eine derartig aufgestellte Uhr war auf der Nürnberger Ausstellung 1896 zur Schau gestellt; eine Abbildung derselben hat die „Deutsche Uhrmacherzeitung" unterm 1. Dezember 1896 gebracht.

Die Ersparnis an Triebkraft, welche die Rieflersche Hemmung mit sich bringt, ist sehr beträchtlich. An einer vom Verfasser regelmäßig beobachteten Achttage-Uhr, deren Grahamsche Ankerhemmung durch eine Rieflersche Hemmung ersetzt wurde, ging der Kraftbedarf auf ein Neuntel des vorher erforderlichen, 900 g statt 8 kg, zurück. Rieflers Hemmung und Pendelausgleichung wirken also zusammen, um in den beiden Erfindungen ganz hervorragende Leistungen erkennen zu lassen; das zeitweilige Zurückbleiben Deutschlands in der Erfindungsbewegung auf dem Uhrengebiet ist durch sie nicht nur ausgeglichen, sondern durch einen Vorsprung ersetzt. Die Münchener Universität hat Rieflers Verdienste auf den Gebieten der praktischen Mathematik und der Zeitmessung durch Verleihung des Ehrendoktorgrades gewürdigt.

Bei Anwendung der Rieflerschen Hemmung auf die Unruhuhr dient die Unruhfeder zu dem Zwecke, den bei der Pendeluhr die Aufhängefeder erfüllt. Die Schwingungsachse des Ankers fällt mit der Achse der Unruh zusammen; der Übergang von der Ausweitungsspannung der Feder zur Verengungsspannung und umgekehrt wird zur Ankerschwenkung verwertet. Daß hier ein ebenso großes Übergewicht über die älteren Bauarten vorliegen werde, wie bei den Pendeluhren, ist nicht zu erwarten, da die Ausgleichung die alte bleibt; indessen wird sich bei den bevorstehenden Ermunterungen des Seeuhrenbaues zeigen können, wie weit die erzielte Kraftersparnis Vorteil bringen kann.

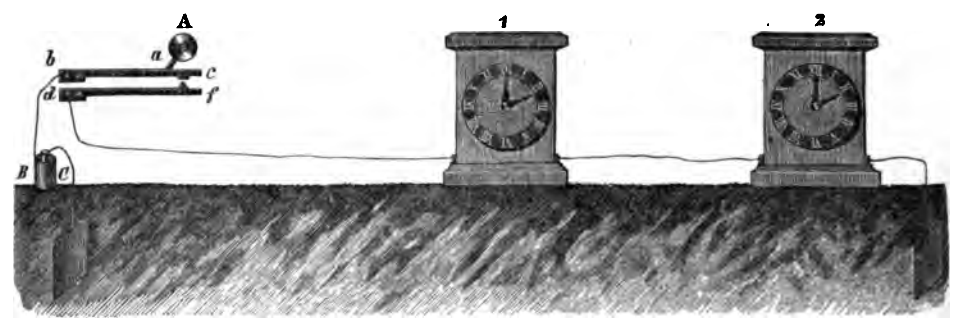


1514. Rieflersche Hemmung an einer Turmuhr.

Elektrische und pneumatische Uhren. Wie die stets fortschreitende Technik auf fast allen Gebieten des modernen Kulturlebens eine großartige Umwandlung hervorgebracht hat, wie sie die räumlichen Grenzen durch Dampf und Eisen und elektrischen Strom fast aufzuheben vermocht, so hat sie sich auch bestrebt, in großen Städten, wo Tausende von Menschen auf engem Raume vereint sind, diese Geschlossenheit zu benutzen, um an Einzelpunkten diese vieltausendköpfige Gesamtheit zu vereinigen, an gemeinsame Aufgaben zu fesseln, gemeinsam mit notwendigen Lebensbedürfnissen zu versehen. Wohl wenige Ideen der neueren Technik sind so segensreich für die große Menge der in großen Städten zusammenlebenden Menschen geworden als diejenige, jedes einzelne Wohnhaus mit Wasser zu versorgen, jedem Mitbürger den Brennstoff für Beleuchtungszwecke ins Haus zu führen, kurz Mittelpunkte zu schaffen, von welchen aus eine große Stadt mit Wasser, Gas, elektrischem Licht, ja selbst mit der zur Heizung und zur Speisenbereitung nötigen Wärme zu versehen. Was lag da näher, als dem bei hochentwickeltem Geschäftsleben so lebhaften Bedürfnis nach gemeinsamer, richtiger Zeit durch ähnliche Anlagen zu entsprechen. Wohl jede größere Stadt besitzt eine Normaluhr, welche genau nach den astronomischen Beobachtungen geregelt wird. Allein dieselbe kann doch nur dem umliegenden Stadtteil von Nutzen sein. Wenn es gelänge, an den verschiedensten Punkten großer Städte auf öffentlichen Plätzen Uhren aufzustellen, welche genau dieselbe Zeit wie die Hauptuhr der Stadt anzeigten und von letzterer aus geregelt würden, so wäre auch diese wichtige Frage gelöst. Diesem Gedanken nachgehend, errichtete zuerst Steinheil in München im Jahre 1839 wenige Jahre nach der Erfindung des elektrischen Telegraphen durch Gauß und Weber

in Göttingen (1833) eine Anlage, bei welcher von der Hauptuhr aus viele Einzeluhren oder Stationsuhren durch den elektrischen Strom bewegt wurden. Bald folgten andere, wie Wheatstone, Bain und dann das rühmlichst bekannte Haus Siemens & Halske mit Verbesserungen und neuen Erfindungen, so daß die Aufgabe gegenwärtig als vollständig gelöst angesehen werden darf. Im Folgenden sei die Einrichtung einer solchen elektrischen Uhrenanlage kurz beschrieben.

An einer Ausgangsstelle findet sich eine besonders gut gebaute Normaluhr, welche ein kleines Rädchen A in jeder Minute einmal herumbewegt. Dasselbe trägt einen Stift a, welcher bei seiner tiefsten Stellung einen federnden Hebel b c niederdrückt, so daß derselbe einen zweiten Hebel d f berührt und hierdurch einen Kontakt erzeugt. Der erste Hebel ist mittels Leitungsdrahtes mit einer galvanischen Batterie B C in Verbindung gesetzt, während vom unteren Hebel a f aus eine Drahtleitung zu den einzelnen an entfernten Punkten aufgestellten Uhren führt. Bei der tiefsten Stellung des Stiftes a ist also der Kontakt zwischen c und f hergestellt, so daß der Strom der Batterie B C durch die Uhren fließt und schließlich durch die Erde zurückgeleitet wird, ganz so wie bei allen elektrischen Telegraphen. Es wird somit in jeder Minute ein kurzdauernder Strom durch den ganzen Leitungskreis gesandt. In den Kreisuhren nun befindet sich ein einfacher elektromagnetischer Apparat, wie er in Abb. 1516 dargestellt ist. L L sind die von



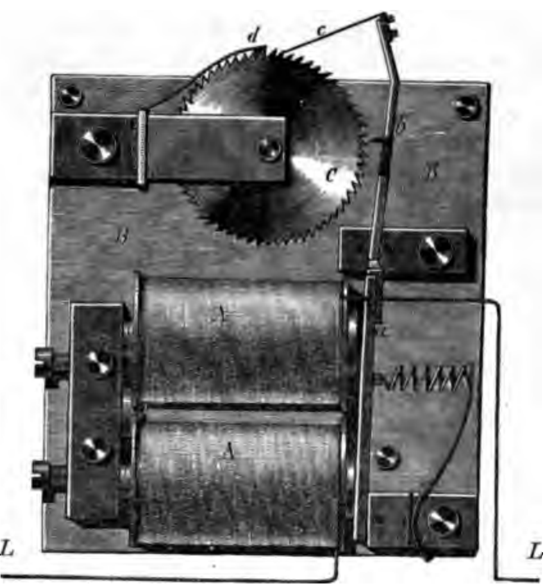
1515. Elektrische Uhrenverbindung.

der Zentralstelle kommenden Leitungsdrähte. Dieselben sind um zwei Elektromagnete A gewickelt. Fließt der Strom nun durch den Kreis, so wird von den Polen B B eine dünne Platte a b angezogen. Dieselbe trägt oben einen dünnen Stahlstreifen c, welcher bei der Anziehung des Hebels a b nach links geschoben wird und hierdurch einen Zahn des sechzigzähnigen Rades C weiterschiebt, während ein bei b befestigter Zahn sofort in das Zahnrad eingreift und hierdurch ein weiteres Verschieben des Rades C verhindert. Ein kleiner Sperrhaken d verhindert jeden Rücklauf des Rades. Es wird somit in jeder Minute das Rad C um einen Zahn weiter geschoben, also in einer Stunde einmal ganz herumgedreht. Auf derselben Achse mit C sitzt außerhalb des Uhrgehäuses der Minutenzeiger, während durch geeignete Zwischenräderwerke der Stundenzeiger entsprechend bewegt wird. Es befindet sich also weder Pendel, noch Gewichts- oder Federwerk in der Uhr, so daß selten Ausbesserungen notwendig sind. Es ist nun gleichgültig, wieviel Uhren in den Stromkreis eingeschaltet sind, alle werden genau zur selben Zeit gestellt. In die Leitung können auch Uhren in öffentlichen Gebäuden, Gasthöfen, Fabriken, Kaufläden, Privathäusern eingeschaltet werden.

An Stelle des elektrischen Stromes ist in neuerer Zeit auch der Luftdruck zur Bewegung von Uhrwerken von Zentralstellen aus angewandt worden. Uhren solcher Art werden pneumatische Uhren genannt, und es ist ihre Anordnung, welche vom Ingenieur Mayrhofer in Wien vortrefflich ausgebildet worden ist, im wesentlichen die folgende.

Man hat sich dieselbe ähnlich so vorzustellen wie die Gasleitungseinrichtungen. Auf der Zentralstelle ist ein großer Behälter aufgestellt, in welchen durch Luftpumpen Luft eingepumpt und darin stark zusammengepreßt wird. Der Behälter steht durch viele nach

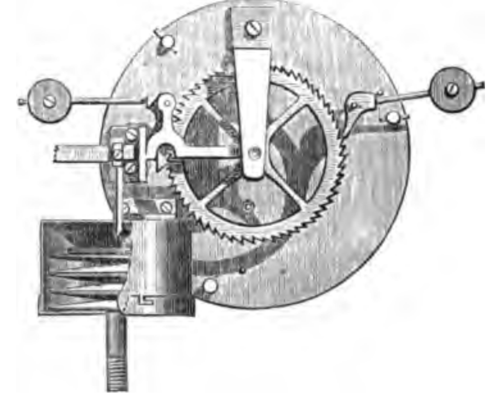
allen Richtungen hin verzweigte Rohre mit den einzelnen Kreisuhren in Verbindung, jedoch ist zwischen dem Behälter und dem Hauptrohr ein leicht bewegliches Ventil eingeschaltet. Das letztere bildet die eigentliche Hemmung, indem dasselbe nur periodisch, meist alle Minuten, geöffnet, aber nach etlichen Sekunden wieder geschlossen wird. Beim Öffnen des Ventils pflanzt sich der Druck, der im Luftkessel herrscht, mit großer Geschwindigkeit auf alle Rohrleitungen fort und drückt in den einzelnen Kreisuhren auf ein eigenartig gestaltetes Schaltwerk, wie solches in Abb. 1517 dargestellt ist.



1516. Elektrische Zeigeruhr nach Siemens & Halske.

Das Druckrohr mündet in ein cylindrisches Gefäß, in welchem ein blasebalgförmiger Kolben enthalten ist, auf dessen oberster Platte eine dünne Stange befestigt ist, die an einen einarmigen Hebel angreift. An letzterem ist zugleich eine Sperrklinke befestigt. Wird nun durch den Luftdruck der Blasebalg aufgeblasen, die oberste Platte mit darauf sitzender Stange also gehoben, so wird der Hebel und mit ihm die Sperrklinke nach aufwärts bewegt und das in der Mitte befindliche Sperrad um einen gewissen Betrag weiter gerückt und das Uhrzeigerwerk entsprechend gestellt. Auf der anderen Seite des Sperrades ist eine zweite Sperrklinke angebracht, welche eine Rückwärtsdrehung des Sperrades verhindern soll.

Nach Schließung des Ventils am Behälter wird ein anderes Ventil in der Hauptleitung geöffnet, wodurch der Überdruck in den Leitungen sofort beseitigt und gewöhnlicher Luftdruck in denselben hergestellt wird. Hierdurch sinken die Blasebälge in den Kreisuhren wieder zusammen, und die Klinke rückt um etliche Zähne nach unten, um so zu neuer Wirkung bereit zu stehen.


1517. Verteilungsschaltwerk für pneumatische Uhren.

Ähnlich der soeben besprochenen, in Wien z. B. ausgeführten Anlage ist eine solche in Paris ausgeführt worden, wobei jedoch der Unterschied vorhanden ist, daß die betreffende Gesellschaft Privathäuser, Geschäftsräume sowie öffentliche Säle mit richtiger Zeitangabe versorgen will. Bei ihr befinden sich an zwei Stellen große Luftdruckpumpen, welche die Luft in mehrere, auf die ganze Stadt verteilte Druckkessel preßt. Von diesen einzelnen Kesseln aus erfolgt der Antrieb der im zugehörigen Rohrnetz befindlichen Uhrwerke. Natürlich ist infolgedessen bei jedem Kessel eine Normaluhr nötig; jedoch hat dies geteilte System den großen Vorteil, daß die Zweigrohrleitungen nicht so groß und weitläufig werden, daher die Widerstände in den Röhren keine so großen sind und die Druckausgleichung rascher erfolgen kann, als es bei Anwendung einer einzigen Zentralstelle der Fall ist. Der Druck in den Kesseln beträgt vier Atmosphären und wird auch hier ebenso wie bei der früher beschriebenen Anlage nach jedem Öffnen des Druckventils aus der Rohrleitung

etliche Sekunden später wieder entfernt, dafür der gewöhnliche Luftdruck hergestellt. Diese Anordnung hat auch noch den Vorteil, daß die Leitungen nicht konstant einem hohen Luftdruck ausgesetzt sein müssen, daher das Dichthalten derselben an den Zusammenstößen der Rohre entsprechend leichter zu bewerkstelligen ist. Meist sind schmiedeiserne, dünne Röhren in Gebrauch, welche an den Zusammenstößen durch Muffen verschraubt und dadurch sehr gut gedichtet werden. Es ist klar, daß solche Anlagen sich nur bezahlt machen können in sehr großen Städten und bei entsprechend starker Beteiligung des Publikums. Bis jetzt ist diese aber nicht so bedeutend geworden, als man hoffte, so daß ein gewisser Stillstand in der Entwickelung der Luftdruckbetriebe der Uhren eingetreten ist. Auch ist der erfinderische Mayrhofer inzwischen verstorben.

Automaten. Dieser Name ist neuerdings für gewisse Vorrichtungen neu in Anwendung gekommen, bei denen ein eingeworfenes Geldstück Gesperre auslöst, die z. B. eine Wage zum Spielen bringen, oder kleine Warenstücke in ausziehbare Schiebladen treten, oder Getränke in untergestellte Gefäße ablaufen lassen, heißes Wasser in abgemessenen Mengen verzapfen und dergl. mehr. Von diesen, die schon im Altertum ihre Vorbilder hatten, soll hier nicht die Rede sein, sondern von denjenigen Vorrichtungen, die lebende Wesen in Puppengestalt in Form und Bewegungen nachahmen und die man früher allein unter der Bezeichnung Automaten verstand. Sie haben in ihrer inneren Einrichtung eine nahe Verwandtschaft mit den Uhren, insbesondere mit deren Schlagwerken, indem sie verschiedene Bewegungsfolgen nacheinander eintreten lassen, weshalb sie hier wohl der Erwähnung verdienen. Die Erfindung dieser Automaten ist sehr alt; es ist sehr schwer zu sagen, wann das erste Kunstwerkchen dieser Art hergestellt worden ist. Zu den berühmtesten Automaten des Altertums gehören: die fliegende hölzerne Taube des Archytas von Tarent (400 v. Chr.), ein Adler, von welchem Pausanias erzählt, die kriechende Schnecke des Demetrius Phalereus, der menschenähnliche Automat (Androide) des Ptolemäos Philadelphos u. s. w., jedoch ist über deren Bauart nichts bekannt. Im Mittelalter werden Roger Bacon, Albertus Magnus und Regiomantanus, in der Renaissancezeit Leonardo da Vinci als Verfertiger von Automaten mehrfach gerühmt. Die Äußerungen der belebten Natur auf mechanischem Wege hervorzubringen, bloß mit Kraft und Stoff Leben zu bilden, war der philosophische Gedanke, der diese für die geistige Entwickelung der Menschheit so sehr wichtige Zeit beherrschte, und der nach anderen Richtungen dem Steine der Weisen und dem Perpetuum mobile nachging. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn wir die erleuchtetsten Geister vergangener Jahrhunderte sich damit abmühen sehen, Automaten oft recht lächerlicher Art zusammenzusetzen. Albertus Magnus verfertigte einen Androiden, welcher die Thür öffnete und die Eintretenden grüßte; diese Frucht dreißigjährigen Klügelns und Arbeitens zerstörte der erschrockene Thomas von Aquino in einem Augenblicke durch einen Schlag mit dem Stocke. Als Kunstwerke des Regiomontanus werden eine laufende Fliege und auch ein Adler erwähnt, welcher den Kaiser Maximilian bei seinem Einzuge in Nürnberg mit Flügelschlag und Kopfbewegungen begrüßte. Die Erfindung der Taschenuhren durch Peter Henlein 1500 machte auch in der Geschichte der Automaten Epoche, indem deren Verfertiger den neuen Mechanismus für ihre Zwecke benutzten. Das kunstreiche Nürnberg war um diese Zeit der klassische Boden für diese Art von mechanischen Wunderwerken. Als Verfertiger werden Werner, Bullmann, Hautsch und Förster mit Auszeichnung genannt. Man machte Androiden, die sich fortbewegten, Zimbeln, Pauken und Lauten schlugen, Gewehre abfeuerten, kegelten, tanzten u. s. w., kleine Armeen von Reitern und Fußvolk, die miteinander kämpften, und noch viele dergleichen „Kuriositäten“. Sehr berühmt wurden um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Automaten des französischen Mechanikers Vaucanson. Es sind namentlich drei bekannt: ein Flötenspieler, ein Pfeifer und eine viel genannte Ente. Sie wurden anfänglich zur Schau ausgestellt, u. a. 1753 in Nürnberg gezeigt und dann für 12000 Franken zum Verkauf ausgeboten. Nachher standen sie 28—30 Jahre lang beim Handelshause Pflüger in Nürnberg eingepackt und wurden endlich 1785 vom Professor Beireis in Helmstedt erstanden, der sie wieder in Gang brachte. Nach dessen Tode (1809) blieben sie noch lange in Helmstedt, bis man sie zuletzt für den bloßen Metallwert an den

Geheimrat v. Herlem in Berlin verkaufte. Letzterer geriet mit dem Mechanikus Dörfel in Berlin ihrethalben in einen Rechtsstreit, nach dessen Ausgange die Ente wieder als Schaustück herumgeführt wurde. Was aus Flötist und Pfeifer geworden, ist unbekannt. Die Ente, die als das schönste Stück der drei galt, war etwas über lebensgroß, aus Kupferblech gefertigt; sie bewegte mit bewundernswerter Natürlichkeit Hals und Flügel, sträubte die Federn, schnatterte, tauchte unter, fraß Körner, trank Wasser und — trieb die Nachahmung sogar bis zum Abschluß des Verdauungsvorganges.

Noch übertroffen wurden in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Vaucansons Automaten von denen der Schweizer Jacques Droz (Vater und Sohn) zu La Chaux de Fonds. Droz der Ältere verfertigte unter anderem für den König Ferdinand VI. von Spanien eine prächtige Pendeluhr, die zugleich den Lauf der Himmelskörper nebst den davon herrührenden Erscheinungen darstellte und mehrere höchst kunstvolle automatische Figuren enthielt. Andere Automaten dieser Künstler stellen ein zeichnendes, ein schreibendes und ein klavierspielendes Kind dar, deren Bewegungen dem Leben so naturgetreu nachgebildet waren, daß sie den wenig aufmerksamen Beschauer wohl zu täuschen vermochten. Von der Vollkommenheit der Täuschung, die uns E. T. A. Hoffmann in einer Novelle erzählt, war indessen nicht entfernt die Rede, wie sich bei Betrachtung der wiederaufgefundenen Puppen ergibt.

Bei dem klavierspielenden Automaten, einem anscheinend 12—13 Jahre alten Mädchen, bewegen sich nicht nur die Finger naturgetreu über die Tasten des Klavierchens, sondern es folgen auch die Augen zeitweise dem Gange der Finger, zeitweise schweifen sie über die Noten des vorliegenden Blattes. Der Zeichner und Schreiber sind in der Gestalt drei- bis vierjähriger Knaben dargestellt. Der erste führte mit dem Stifte sichere Umrisse von Bildnissen aus, läßt die Hand ab und zu ruhen und richtet die Augen wie prüfend auf das Gefertigte, bläst dann über die Zeichnung und setzt die Arbeit hierauf fort u. s. w. Die Figur des dritten Kindes schreibt zusammenhängende Worte mit sauberer Schrift (in München schrieb es: Hoch lebe die Stadt München!) taucht dabei die Feder ein, spritzt die überflüssige Tinte aus, setzt gehörig die Zeilen untereinander und richtet nach dem Niederschreiben eines Wortes jedesmal die Augen auf eine nebenliegende Vorschrift. Diese Automaten waren lange verschollen, sind aber vor etwa 50 Jahren beim Abbruche des Schlosses Malignon unter altem Gerümpel wieder aufgefunden, wiederhergestellt und dann von neuem in der Welt herumgeführt worden. Der Aufwand von Scharfsinn, der auf die Mechanismen verwandt worden ist, geht nach den heutigen Begriffen weit hinaus über den Wert dessen, was geleistet worden ist.

Die Uhrenfabrikation. Was die Uhrmacherei im allgemeinen betrifft, so ist dieselbe in den letzten Jahren durch verschiedene Mittel bedeutend gefördert und so ihr Übergang zu einer auf Maschinenarbeit und Arbeitsteilung beruhenden Massenerzeugung auf der einen Seite ermöglicht, auf der anderen aber ihre Leistungsfähigkeit in der Herstellung vollkommener Uhren bedeutend gefördert worden. Es wirkten in dieser Beziehung nebst der Erfindung und Verbreitung zahlreicher Maschinen zur Ausarbeitung aller einzelnen Uhrenteile, worin Amerika den Anstoß gegeben und auch heute noch lebhaft thätig ist, auch die Uhrmacherschulen mit, wie solche 1824 zu Genf, 1831 zu Chaux de Fonds, 1877 zu Furtwangen in Baden und an anderen Orten eingerichtet worden sind; ein weiterer Faktor der Ausbildung unserer heutigen Uhrmacherei liegt auch in der Vereinigung der Uhrmacher zu Fachbildungszwecken, wie solche durch die British horological Institution in England und durch die Société des horlogers in Frankreich und durch den Zentralverband deutscher Uhrmacher dargestellt werden. Dieser gründete im Jahre 1878 die „Deutsche Uhrmacherschule“ zu Glashütte in Sachsen, die gleich der Furtwanger Schule in erfreulicher Blüte steht. Die Verbreitung gediegenen Wissens, das sich zur Fachtüchtigkeit gesellt, hat sich auch hier wieder bewährt.

England und Frankreich waren es, welche am frühsten die Uhrmacherei vervollkommneten, und noch jetzt werden daselbst für die Bedürfnisse der schiffreichen Marinen Chronometer von vorzüglicher Güte geliefert. Hauptsitze der englischen Uhrmacherei sind London, Liverpool, Manchester und Coventry (in Warwickshire). Das Städtchen Prescot

in Lancashire ist der Mittelpunkt einer in dortiger Gegend weit verbreiteten Anfertigung von Uhrbestandteilen durch kleine Fabrikanten. In der letzten Zeit hat indessen England in diesem Industriegebiete sehr viel eingebüßt und an Amerika, die Schweiz und Deutschland abgeben müssen. In Frankreich und insbesondere in Paris werden hauptsächlich Stutz- und Reiseuhren massenhaft fabrikmäßig angefertigt; seit 20 Jahren hat in den an die Schweiz grenzenden Departements, namentlich in Besançon, auch die Taschenuhrenfabrikation einen bedeutenden Aufschwung genommen. Besonders anzuführen ist die große Fabrik von Japy frères in Beaucourt; diese fertigt Taschenuhren, allerdings der billigsten Sorte, in großartigem Betrieb, auch Wanduhren in Blechgehäusen für den Weltmarkt.

Was nun Deutschland betrifft, so darf es zwar mit der größten Wahrscheinlichkeit die Erfindung der Räderuhren und mit Bestimmtheit die der Taschenuhren für sich beanspruchen, doch war es lange Zeit hindurch von England und Frankreich in der Uhrmacherei übertroffen. Erst in diesem Jahrhundert sind bei uns bedeutende Fortschritte in der Herstellung von Turm- und Stubenuhren gemacht worden. Die Fabrikation von Taschenuhren wurde allerdings schon durch den Markgrafen Karl Friedrich von Baden 1767 zu Pforzheim eingeführt; das Unternehmen wollte indessen nicht gedeihen und ging 1801 wieder ein. Ums Jahr 1815 gründete Adolf Lange eine Taschenuhrenfabrik zu Glashütte in Sachsen und gegen 1854 Julius Aßmann eine zweite an demselben Orte, denen bald andere nachfolgten, so daß gegenwärtig in Glashütte über 200 Arbeiter in der Uhrenfabrikation thätig sind. Die dortigen Erzeugnisse haben durch ihre Güte einen weitgehenden Ruf erlangt. Es werden nur Uhren besserer Gattung verfertigt, früher hauptsächlich für die Ausfuhr nach überseeischen Ländern, jetzt aber auch für Deutschland, wo nunmehr die Glashütter Uhr die ausländischen feinen Uhren fast völlig verdrängt hat, an Ruf im Auslande aber immer nur gestiegen ist. Die in Lähn in Schlesien 1854 mit Staatshilfe gegründete Uhrenfabrik, die später nach Silberberg verlegt wurde, hat inzwischen ihre Thätigkeit auch auf feine Uhren und Seechronometer beschränkt. Die Großindustrie in Taschenuhren hat bei uns nicht eigentlich Fuß gefaßt. Das Uhrmachergewerbe dagegen blüht erfreulich; es beschäftigt in über 16000 Betrieben nahe 33000 Personen. Die deutschen Uhrmacher haben sich durch Vereinigungen und regen Austausch in Fachblättern erfolgreich bestrebt, ihren Gewerbebetrieb innerlich und äußerlich zu heben. Der 1897 durch Marfels gegründete „Deutsche Uhrmacherbund“ zählt jetzt über 3800 Mitglieder. Fünf Fachblätter verbreiten Kenntnisse und Neuheiten unter den Mitgliedern des Uhrmachergewerbes; aus ihren Bestellerzahlen geht hervor — die „Deutsche Uhrmacherzeitung“, die unter Leitung des genannten Herrn Marfels steht, hat allein eine Auflage von 7200 — daß sozusagen keine Uhrmacherwerkstatt ohne eine Fachzeitschrift ist. Der Uhrenhandel ist in blühendem Betriebe.

Von der deutschen Standuhrenfabrikation ist weltbekannt die Uhrenindustrie des badischen Schwarzwaldes. Ihre Anfänge sind bis in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts zu verfolgen. Die ersten „Schwarzwälder“ Uhren waren allerdings sehr einfache und unvollkommene Waaguhren. Unter ungünstigen Zeitverhältnissen fast gänzlich wieder verschwunden, lebte daselbst im Anfange des 18. Jahrhunderts die Uhrmacherei wieder auf und entwickelte sich in beträchtlicher Ausdehnung zu einer wahren Volksindustrie. Die eigentlichen Begründer dieser Entwickelung waren die Drechsler Simon Dilger aus Schollach und Franz Ketterer aus Schönwald. Um 1740 ging man von den Waaguhren zu den Pendeluhren über, und bald nachher wurden statt der hölzernen Räder messingene mit eisernen Getriebswellen zur Anwendung gebracht. So wurden allmählich diese Uhren von innen verbessert, von außen geschmackvoller ausgestattet und in allen Größen gebaut. Die glänzendsten Zeiten der Schwarzwälder Uhrenfabrikation fallen in die Zeit von 1810—1830. Um den später eingetretenen gedrückten Zuständen abzuhelfen, wurde, wie schon erwähnt, 1850 die vom Staate begründete Uhrmacherschule zu Furtwangen eröffnet, die viel Nutzen gestiftet hat, indem sie namentlich zu vollkommnerer Bauart der Werke antrieb, neuerdings auch das Gehäuse wieder in veredelter und mannigfaltiger Weise gestalten lehrt.

Zahlreich sind die Gattungen der Schwarzwälder Stand- und Wand-, Gewicht- und Federuhren, vermehrt noch durch allerlei Spieluhren und Musikwerke, deren Bau jetzt einen bedeutenden Teil der ganzen Fabrikation ausmacht. Vöhrenbach und Villingen liefern trefflich ausgeführte vielstimmige Spielwerke, welche auf den Weltausstellungen das Publikum fesseln, aber auch weit über Land und Meer versandt werden. Als ein noch größeres Wunder erschien aber die fabelhafte Wohlfeilheit der Schwarzwälder Fabrikate; es war den Engländern rein unbegreiflich, wie eine vortreffliche, acht Tage gehende Standuhr mit metallenem Werk für 1 Pfd. Sterl. (20 Mark) geliefert werden konnte. Bekanntlich kauft man aber schon für drei Mark eine kleine brauchbare Schwarzwälder Wanduhr. Es gehen denn auch alljährlich an 400000 Stück Uhren vom Schwarzwald in die Welt hinaus, meist auf dem Wege des Großhandels, kaum noch in der ursprünglichsten Art durch die bekannten hausierenden Uhrenmänner. Eine Wandlung beginnt sich übrigens jetzt anzubahnen. Das Herabdrängen der Preise ist an seiner Grenze angekommen; es drängt schließlich das Gewerbe selbst mit herab, indem die Entlohnung der Arbeitenden unter das ertragbare Maß sinkt und die Güte der Ware zugleich.

Man hat deshalb jetzt begonnen, den anderen Weg zu beschreiten, die Maschine zu Hilfe zu nehmen. Das ist denn vor allem zunächst erfolgreich gelungen im württembergischen Schwarzwald. Die Uhrenfabrik von Gebr. Junghans in Schramberg hat unter Leitung des jetzigen Kommerzienrates Arthur Junghans die Maschine in der Weise, die Amerika gelehrt hat, auf die Fabrikation der Hausuhr verwendet. Die Leistungen des neuen Verfahrens sind allmählich zur Großartigkeit emporgestiegen. Die erwähnte Junghanssche Fabrik liefert jetzt bei einem Arbeiterstand von nahe 2000 Köpfen täglich 700 Stück Hausuhren aller Gattungen, namentlich der kleineren, aufs Jahr weit über 2 Millionen Uhren, die über die Welt verbreitet werden. Auf der bevorstehenden Pariser Weltausstellung 1900 werden Württemberg und Baden die Hausuhrenindustrie Deutschlands glänzend vertreten.

Die Stutzuhren- und Regulatorfabrikation ist inzwischen auch in Schlesien heimisch geworden, und zwar namentlich durch die kräftig betriebene tüchtige Fabrik von Gustav Becker in Freiburg in Schlesien. Neben den genannten Gattungen fertigt diese Fabrik auch in großer Masse die bekannten kleinen runden Weckuhren. Auch dort stehen die Fabrikanten im Anschluß an Becker im Begriff, ihre Betriebe zu vereinigen und die Maschinenmache einzuführen. — Erwähnt sei noch, daß in Ruhla in Thüringen aus einer Fabrikation von Spielzeuguhren eine mit vorzüglichen Maschinen betriebene Fabrikation von Taschenuhren der billigsten Art sich herausgebildet hat und gegen 600 Arbeiter beschäftigt.

Schweizer Uhrenfabrikation. Der Industriezweig der Taschenuhrenfabrikation hat seine großartigste Entwickelung in der Schweiz erlangt, und zwar hat hier die massenhafte Verfertigung teils guter, teils geringer, sehr wohlfeiler derartiger Uhren ihren Sitz hauptsächlich in den Kantonen Genf und Neuschatel, namentlich aber in Locle und La Chaux de Fonds. In letzterem Orte, einer Stadt von 20000 Einwohnern, befinden sich allein gegen 1500 zum Uhrenfache gehörige Werkstätten; ähnlich steht das Verhältnis in Locle, einer Stadt von 15000 Köpfen; im ganzen führt die Schweiz jetzt jährlich für über 100 Millionen Franken Uhren aus.

Schon 1587 faßte die Uhrenfabrikation in Genf festen Boden, wo sie durch Cusin von Autun eingeführt wurde; in Neuenburg begann die Fabrikation erst ein Jahrhundert später, indem der begabte Daniel Jean Richard daselbst 1680 nach einem englischen Modell eine Taschenuhr fertigte und dadurch die Industrie begründete; im Kanton Waadt fing man 1748 damit an, und jetzt ist sie über zehn Kantone verbreitet.

Geschlossene Fabriken mit Fabrikherren und Lohnarbeitern, sogenannte Manufakturen, gibt es eine Reihe; ihnen gegenüber stehen die sogenannten Etablisseure, für welche die Arbeiter die verschiedenen Bestandteile der Uhr in Heimarbeit anfertigen. Alle Teile und Teilchen werden von selbständigen Arbeitern oder gleichsam Bruchteilsfabrikation in ihren Behausungen, unter Mitwirkung und Mitverdienst der Familienglieder, hergestellt. Wohl die subtilste aller dieser Arbeiten ist das Schleifen und Bohren der Rubine und anderen, geringeren Steine für die Zapfenlöcher und die Herstellung der

Spiralen für die Unruh. Das Schleifen und Bohren der hirsekorngroßen Steine mittels Diamantstaubes beschäftigt in der Regel Mädchen. Die Arbeit eines ganzen Jahres findet in einer Pillenschachtel Platz, vertritt aber dennoch an Stoff- und Arbeitswert oft ein Kapital von mehr als 100000 Franken. Die bloße Betrachtung der haarfeinen Spiralfeder an der Unruhe vermag schon die Idee zu geben, welche Geschicklichkeit und Geduld zur Herstellung eines so zarten Gegenstandes erfordert wird, um so mehr, wenn man sich vergegenwärtigt, daß es sich nicht bloß um die Formgebung, sondern hauptsächlich auch um die gute, durchgängig gleichmäßige Härtung handelt, welche der Feder gleichsam erst die Seele gibt. Die Spiralfeder bildet ein hervorragendes und oft angeführtes Beispiel von der Wertveredelung eines Rohstoffes: der Stahl, der in seiner besten Beschaffenheit um höchstens 200 Franken der Zentner zu haben ist, steigert sich, zu Spiralen verarbeitet um mehr als das Halbmillionenfache im Preise. Es ist von Interesse zu sehen, wie die verschiedenen Verrichtungen bei der Uhrenfabrikation verteilt sind, und wie etwa 50 Werkstätten bei den einzelnen Verrichtungen beteiligt sind.

Das Ineinandergreifen der einzelnen Verrichtungen und die Entstehung einer Uhr geht ungefähr folgendermaßen vor sich.

Auf der ersten Stufe ihres Aufbaues erscheint die Uhr als Rohwerk (ébauche), bestehend aus den runden Messingscheiben, Platinen genannt, den rohen Rädern und noch verschiedenen einzelnen Stücken. Feder, Zeiger, Zifferblatt und Gehäuse fehlen noch. Der Repasseur prüft nun die Werke und sorgt für ihre weitere Ausbildung in den verschiedenen einschlägigen Werkstätten. Bei dem sogenannten Finisseur werden die kleinen Tragsäulen der Platinen ein- und die Brücken aufgesetzt, die Räderzapfen gedreht und eingepaßt und die Räderverzahnungen so weit verfeinert, daß die Eingriffe des Laufwerkes mit Ausnahme der Hemmungsteile in Ordnung sind. Darauf wandern die Platinen und was sonst für die Uhr erforderlich ist, zum Gehäusemacher und sodann mit dem Gehäuse versehen an den Fabrikanten zurück, um nun mit Zifferblatt und Zeiger versehen zu werden. An dem im Gehäuse festliegenden Werke werden nunmehr vom Repasseur noch verschiedene Abgleichungsarbeiten an Zapfen, Rädern u. s. w. vorgenommen. Dann wird die Feder eingesetzt, und der Planteur d'Echappement thut, was sein Name uns anzeigt, er setzt die Unruh und die übrigen Teile der Hemmung ein, nicht aber die Spirale. Denn diese wird von einem besonderen Arbeiter, dem Poseur (oder der Poseuse) de spiraux aufgesetzt, wozu eine ganz besondere Übung gehört. Damit ist die Uhr soweit fertig, aber noch nichts für ihre Verschönerung gethan. Sie wird demzufolge wieder ganz zerlegt, die Schrauben gehen an den Schraubenpolierer, die Stahl- und Messingstücke an die betreffenden Polierer, andere Messingteile gehen zum Abschleifer und dann erforderlichen Falls zum Vergolder. Inzwischen gingen die Gehäuse an den Gehäusemacher zurück, um das Gelenk zu erhalten, dann an den Graveur oder Guillocheur zur Verzierung und weiter an den Polierer, der dem Gehäuse den inneren und äußeren Glanz verleiht. Schließlich kommen die Gehäuse wieder zu dem Remonteur. Dieser setzt die Uhr wieder zusammen, zu welchem Ende ihm je sechs Stück von derselben Sorte in zerlegtem Zustand übergeben werden. Nachdem nun noch der Glasaufsetzer das Seine gethan, ist die Uhr zum Verkauf fertig.

In der Taschenuhrenfabrikation bestimmt die Schweiz thatsächlich den Weltmarkt. Dieselbe befindet sich indessen augenblicklich in einer schweren Krisis. Die beiden Verfahren, die wir oben genannt, das der Manufakturisten und das der Etablisseure, haben einander unaufhörlich bekämpft, jedes das andere zu vernichten suchend, und sie sind nahe daran, dies wirklich fertig zu kriegen, indem sie den Herstellungspreis einer Uhr in den letzten 20 Jahren allmählich um volle 50 Prozent gedrückt haben. Man sieht deshalb „die düsteren Tage für die Arbeiter nahen, wo der Familienvater nicht mehr im stande sein wird, für sich und die Seinigen ein anständiges Auskommen zu finden". Daneben hat die wilde Wettbewerbung die Güte der Erzeugnisse aufs bedenklichste herabgedrückt; der häßliche Gesell „Billig und schlecht", der für den Begriff der ehrlichen guten Arbeit nur Achselzucken kennt, hat sich eingefunden; dazu noch eine maßlose Überproduktion, deshalb Schleudern aller Preise in den Nachbarländern, wo auch immer noch Unverständige genug

die schlechteste, weil billigste Ware kaufen, die nach wenig Monaten schon unbrauchbar ist. Bis vor wenig Jahren trug der Schmuggel nach Deutschland, der seit Herabsetzung unserer Zölle soviel wie aufgehört hat, noch dazu bei, mit all den Genannten die Achtung, welche die schöne Industrie in Jahrhunderten erworben, herabzusetzen — das ist das Bild, das die Schweizer Uhrenindustrie bei Prüfung im Spiegel von sich zu erkennen begonnen hat. Abhilfe zu suchen, hat man indessen angefangen, abgesehen davon, daß die eigentlich feinen Uhren bei hochstehenden Fabrikanten von der trüben Überschwemmung der Verschlechterung nicht betroffen worden waren. Die Abhilfe wird wiederum gefunden in demselben Mittel, das so oft eher als Ursache gewerblichen Unglücks verschrieen worden ist, in der Einführung der Maschinenmache; man hat die Einführung des Austauschbaues bei großem, geschlossenem Fabrikbetrieb bereits ins Werk gesetzt, und es wird zweifellos dadurch gelingen, die Schweiz den Vereinigten Staaten gegenüber in ihrer feinsten Industrie wieder wettbewerbfähiger zu machen.

Einen großen Anlauf hat nämlich in Nordamerika die Uhrenfabrikation genommen, um sich in Bezug auf Taschenuhren von der Alten Welt unabhängig zu machen; Wanduhren wurden daselbst schon seit langer Zeit massenhaft angefertigt. In einer einzigen Anlage, der Taschenuhrenfabrik von Giles, Wales & Co. zu Marion im Staate New York, ist ein Arbeiterpersonal von 500 Personen, Männer und Frauen, thätig. Größer noch ist die Waltham Watch Manufakturing Company, bedeutend auch die Elgin Watch Company, ähnlich die Hampden Watch Company. Schon die Titel dieser Namen bekunden, daß es sich dabei um geschlossene große Betriebe handelt. Ihr Verfahren ist durchweg das des Austauschbaues, d. i. der auf Maschinen vor sich gehenden Herstellung der Uhrenteile mit solcher sich gleichbleibenden Genauigkeit, daß die Teile untereinander ausgetauscht, zerbrochene aus der Fabrik nachbezogen und ohne die geringste Schwierigkeit ersetzt werden können. Es ist dasselbe Verfahren, mittels dessen Deutschland zweimal nacheinander in erstaunlich kurzer Zeit sein Infanteriegewehr umgewandelt hat und — seit Jahren! — seinen Artilleriepark und -Bedarf herstellt. Die Vorteile, die gerade in der Uhrenfabrikation, wo es sich um große Mengen von gleichgroßen Stücken handelt, erzielt werden, sind einleuchtend, zumal sie mühsame, die Gesundheit beim scharfen Wettbetrieb geradezu bedrohenden Arbeiten auf die Maschine übertragen, die obendrein viel mehr hervorbringt, als der Arbeiter schaffen kann.

Verschiedene der erwähnten Gesellschaften haben anfangs mit den größten kaufmännischen Schwierigkeiten gekämpft, wiederholt Bankrott gemacht, sind aber am Leben erhalten worden und liefern nun zu mäßigem Preise tüchtige Arbeiten. Für die Herstellung der einzelnen Uhrenteile, die alle in der Fabrik selbst gemacht werden, sind mehrere hundert verschiedene Maschinen zum Teil von höchst sinnreicher Bauart und außerordentlicher Leistungsfähigkeit vorhanden. Durch diesen großen Industriebetrieb in der Neuen und Alten Welt ist es nun soweit gebracht worden, daß alljährlich, wie sich berechnet, nicht weniger als 6 Millionen Taschenuhren hergestellt werden. Diese Zahl könnte noch zu klein erscheinen; denn die deutsche Uhrmacherzeitung gab jüngst die Fabrikation der Schweiz auf 10 Millionen Stück zu 10 Franken Ausfuhrwert an. Indessen gehen die Ansichten von Sachkennern doch dahin, daß diese Schätzung irrig sein müsse, und man nicht über 5 Millionen setzen dürfe. Hierzu noch eine Million für alle anderen Länder rechnend, erhalten wir die vorhin genannte Zahl. Diese aber macht auf jeden von 300 Arbeitstagen 20000, oder auf jede Minute der 10 Arbeitsstunden 33 Stück, d. i. rund alle 2 Sekunden eines der kleinen, kunstvollen Maschinchen, dienstbaren Geistern gleich, mit denen unser Peter Henlein die Welt beschenkt hat.



1518. Christofleplaquette von Roty.

Gold- und Silberarbeiten.

Wenn wir verfolgen, wie im Laufe der Geschichte die Wertschätzung für die meisten Erzeugnisse der menschlichen Kultur unaufhörlichen Wandlungen unterworfen ist, so muß es uns doppelt zum Bewußtsein kommen, daß die beiden Metalle, deren Bearbeitung den Gegenstand dieses Abschnittes bildet, in dieser Wertschätzung beinahe unbestritten den ersten Platz behaupten: „Am Golde hängt, zum Golde drängt doch alles!“ — In dem Maße ist diese Schätzung konstant geblieben, daß von ältesten Zeiten her diese beiden Metalle die Grundlage alles Geldverkehrs bilden. Von dem Augenblick an, da Handel und Wandel unter den Menschen die erste rohe Stufe des Tauschverkehrs verläßt, bilden gewisse Gewichtsabschnitte von Gold oder Silber den Wertmesser für die menschliche Arbeit und ihre Erzeugnisse; noch heute kann die Frage: ob Gold- oder Silberwährung das Geschäftsleben der ganzen Welt bis in seine Tiefen aufrühren.

Aber dies ist nur ein Ausdruck für den hohen Wert, welchen der Mensch diesen beiden Metallen beimißt. Auch die Kunst hat sich seit frühesten Zeiten dieselben nutzbar gemacht, wenn es galt, höchste Prachtentfaltung zu bethätigen. Wohl kann die Kunst in ihren feinsten, durchgeistigten Leistungen den materiellen Wert des Werkstoffes entbehren: unter der Hand des Künstlers wird der verachtete Thon, der wertlose Stein zum Gebilde, das nach Jahrtausenden noch das Auge entzückt, seinen Bildner zur Gottähnlichkeit erhebt. Aber wo sich die Kunst in den Dienst der höchsten Faktoren, des Gotteskultus, der völkerbeherrschenden Mächte stellt, da greift sie doch zu den beiden Metallen, die unser Sprachgebrauch folgerichtig als „Edelmetalle“ bezeichnet. Und auch wo es gilt, das tiefgewurzelte Verlangen des Menschen nach glänzenderem Schmuck seiner Person zu befriedigen, sehen wir kein anderes Material auch nur annähernd in dem Umfange verwendet, wie Gold und Silber. Von der Krone, dem Rangabzeichen des Herrschers, von der Stickerei auf dem Prunkgewande des Höflings, von den Zieraten auf der Rüstung des Feldherrn bis herab zu der Nadel oder dem Ohrgehänge, mit welchen das Bauernweib sein Festtagsgewand aufputzt: Gold und Silber sind die Metalle, die fast einzig und allein den Zwecken des Geschmeides dienstbar gemacht werden.

Aber nicht allein zum Schmuck seiner Person greift der Mensch nach den beiden Edelmetallen: auf erhöhter Kulturstufe liebt er es auch, das Gerät, welches ihm Haus

und Tafel schmückt, aus ihnen zu bilden. Ja, man hat nicht ohne Grund diese Art der Verwendung zu einem Gradmesser für jene Steigerung der Kultur gemacht, die wir Luxusbedürfnis nennen. Die erhöhte Lebenskunst genießt auch die Freude an Speise und Trank in gesteigertem Maße, wenn neben dem Gaumen sich das Auge an edlen Gefäßformen aus köstlichem Material ergötzt: wie jener Sänger der Goetheschen Ballade vom König statt anderer Gaben erbittet:

„Laß mir den besten Becher Weins
In purem Golde reichen!“ —

Höher, als die frugale Gegenwart, die das saubere, aber wohlfeile Porzellan zum einzigen Tafelgerät erhoben hat, steht in dieser Hinsicht jener altrömische Provinzbewohner, dessen silbernes Eß- und Trinkgeschirr noch neuestens der Fund von Boscoreale ans Licht gebracht hat, ja selbst noch der französische Bürger des ersten Kaiserreichs, für den die silberne „vaisselle de table“ zu den Unentbehrlichkeiten einer anständigen Lebens-



1519. Prunkterrine von François Thomas Germain, im Besitze des Kaisers von Rußland.

führung zählte. Zum wenigsten hat sich dies Bedürfnis nach Edelmetallgeräten, das wir in unserem häuslichen Leben bis zur äußersten Grenze eingeschränkt haben, noch in unserem Kultus erhalten. Von der Ausdehnung, die gerade diese Verwendung von Gold und Silber in früheren Zeiten gehabt hat, können wir uns kaum eine zutreffende Vorstellung machen, wenn wir die alten Inventarien zerstreuter und geraubter Kirchenschätze durchsehen, die uns noch in zahlreichen alten „Heiltumsbüchern“ wenigstens im Bilde erhalten sind. Wo sind diese Tausende von Zentnern verarbeiteten Goldes und Silbers hingekommen? Wenn man annehmen darf, daß doch nur ein gewisser Teil des Edelmetalls durch chemische Prozesse, durch Feuer und dergleichen vollkommen verschwindet, so wird unser Gedanke unwillkürlich auf die Vorstellung hingeleitet, daß dieses Zwanzig-Markstück, das wir dem Kaufmann zum Wechseln hinlegen, früher vielleicht einen Teil der goldenen Tiara bildete, welche den Schädel eines Heiligen geschmückt hat.

Fragen wir nun, was es ist, das dem Gold und Silber diesen großen Vorzug vor allen anderen Metallen verschafft hat, so haben wir zuerst die relative Seltenheit seines Vorkommens, dann aber gewisse physikalische Eigenschaften zu nennen. Von der ersteren mag uns eine ungefähre Vorstellung die Thatsache geben, daß in Deutschland (welches

allerdings in Bezug auf Goldgewinnung bedeutend hinter anderen Ländern zurücksteht) die Förderung von Gold- und Silbererzen im Jahre 1866 nur 632,591 Zentner betrug, während die übrigen Erze die Summe von 74 Millionen Zentnern erreichte. Bekanntlich war das Gold im Laufe der Geschichte mehrmals der Gefahr ausgesetzt, diese auf seiner Seltenheit beruhende Wertschätzung beeinträchtigt zu sehen: so zu Anfang des 16. Jahrhunderts, als die spanischen Konquistadoren aus den neuentdeckten Ländern Amerikas Schiffsladungen voll des edlen Stoffes nach Europa schickten, sowie vierteh alb Jahrhunderte später, als Kalifornien der erstaunten Welt seine ungeahnten Schätze offenbarte. Wenn wir erfahren, daß im Anfang der siebziger Jahre die Goldproduktion der Erde insgesamt einen Wert von 833 Millionen Mark darstellte — eine Summe, die sich inzwischen durch die Erschließung der südafrikanischen, australischen und kanadischen Goldfelder noch gesteigert hat, so könnte man geneigt sein, ihm den Vorzug eines „seltenen“ Metalles überhaupt abzusprechen.

Aber auch ohne diesen Vorzug behalten Gold und Silber für den Menschen immer noch Eigenschaften, die ihnen die Herrschaft über alle anderen Metalle sichern. Beide Metalle besitzen in hohem Grade die Eigenschaft der Duktilität, eine weiche Zähigkeit der Textur, welche sie für jede Art der Hammerbearbeitung in kaltem Zustande besonders geeignet macht. Mit Ausnahme des reinen Kupfers besitzt kein Metall in dem Maße wie diese beiden die Fähigkeit, unter der Hand des Künstlers alle Formen anzunehmen und alle Feinheiten bis auf die delikateste Oberflächenbehandlung wiederzugeben. Hiermit verbunden ist die Schönheit der beiden Edelmetallen eigenen spezifischen Farben. Das sonnige Gelb des Goldes, je nach der Behandlung die höchsten Lichter von spiegelblanker Fläche zurückwerfend oder bis zur milden Sammetweichheit gedämpft, hat nicht seinesgleichen unter den übrigen Metallen. Dagegen strahlt das Silber in einem warmen Weißgrau, dessen dekorative Wirkung geradezu unschätzbar ist. Wer die bedeutende Rolle kennt, welche das Grau als vermittelnder, kontrastierender Ton in der farbigen Dekoration spielt, kann die Bedeutung der Silberfarbe würdigen, sei es, daß sie auf reicher, farbenbunter Tafel den beruhigenden Mittelton anschlägt, neben dem farbige Gläser, bunter Blumenschmuck doppelt prächtig zur Wirkung kommen, sei es, daß ein feinsinniger Dekorateur silbernes Ornament, wie es im Rokoko nicht selten geschieht, mit kräftigen Wandtönen, Gelb, Blau, Lila in zarten Gegensatz bringt. Dazu kommt, für das Gold in vollstem, für das Silber allerdings in beschränktem Maße, die Eigenschaft, diesen Farbenreiz auf die Dauer zu bewahren. Das Gold besitzt eine so geringe chemische Affinität zu Säuren, daß eine Oxydation seiner Oberfläche weder durch die Luft, noch durch die Berührung mit Säuren irgend welcher Art eintritt. Gewisse Chlorverbindungen, wie sie besonders in dem sogenannten Königswasser, einer Mischung von Salz- und Salpetersäure vorkommen, vermögen das Gold chemisch aufzulösen. Der Schmelzpunkt des Goldes, also diejenige Temperatur, bei welcher es den festen Aggregatzustand mit dem flüssigen vertauscht, liegt bei 1037 Grad Celsius. Zum Verflüchtigen bedarf es außerordentlich hoher Hitzegrade.

Da das Gold in reinem Zustande sehr weich ist, so ist man gezwungen, ihm die zur technischen Verarbeitung nötige Härte durch Beimengung anderer Metalle zu erteilen. Letztere erfolgt auch, um seine Farbe innerhalb gewisser Grenzen zu verändern, was bei seiner Verwendung in den dekorativen Künsten von Wichtigkeit werden kann. Man benutzt zu dieser Mischung, welche durch Zusammenschmelzen (Legieren) erfolgt, im wesentlichen Silber und Kupfer. Der Gehalt an reinem Golde, den eine solche Legierung besitzt, heißt „Feingehalt“; derselbe ist in den meisten Staaten gesetzlich bestimmt und wird auf dem verarbeiteten Stücke meistens angegeben. Als Maßeinheit dient das „Karat“, gleich dem vierundzwanzigsten Teil einer Mark Feingold. So wird in Deutschland zu Schmucksachen meist 14 karätiges, nur selten 16 bis 18 karätiges Gold verarbeitet. Einen höheren Feingehalt, bis zu $23\frac{1}{2}$ Karat, erhalten nur ausnahmsweise einzelne Goldarbeiten, z. B. Trauringe, was aber bei der Weichheit des Metalls nicht unbedenklich ist. Bei der Prägung der Goldmünzen wird der Feingehalt in Tausendsteln ($^{900}/_{1000}$) des Gewichtes ausgedrückt.

Der Zusatz fremder Metalle ändert die Farbe des Goldes nicht unwesentlich; mit Kupferlegierung erscheint es rötlicher, mit Silberzusatz bleicher als in reinem Zustand. Doch ist man nicht auf diese beiden Nuancen beschränkt, wenn es gilt, den aus Gold gefertigten Schmuck- und Dekorationsstücken eine polychrome (mehrfarbige) Wirkung zu geben. Diese Wirkung, welche in der Bijouterie den Namen „Gold à quatre couleurs“ führt, beruht auf den optischen Gesetzen des schwachen Kontrastes, nach welchen auch eine sehr schwache Nuancierung in der gleichen Grundfarbe (hier im Gelb des Goldes) durch Nebeneinanderstellung einen ausgesprochen farbigen Eindruck hervorbringt. So wird ein grünliches Gold (bei 16 karätigem Gold) durch Legierung von 0,082 Feingold, 0,011 Feinsilber und 0,005 Kupfer hervorgebracht, gelbes durch Gold, Silber und Kupfer im Verhältnis von 4 : 3 : 1; graues Gold ergibt ein Zusatz von Feinsilber und Stahlfeilspänen (30 Gold, 3 Silber, 1 Stahl). Eine blaue Nuance entsteht durch Zusammenschmelzen von gleichen Teilen Feingold und Stahlspänen; um weißes Gold zu erhalten, mischt man 11 Teile Gold mit 1 Teil Platin, wenn man es der Einfachheit halber nicht vorzieht, reines Platin zu verwenden.



1580. Der Kaiserbecher der Stadt Köln von Gabriel Hermeling.

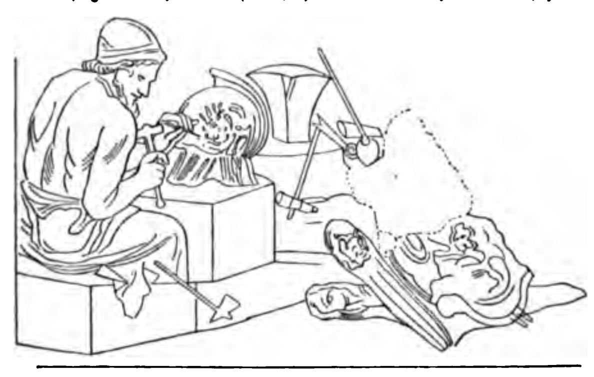
Das Gold hat nach seinen verschiedenen Bearbeitungsarten ein spezifisches Gewicht von etwas über 19; es nimmt somit im Gewicht hinter Iridium (22) und Platin (21,5) die dritte Stelle unter den Metallen ein.

Das Silber ist nicht in demselben Grade, wie das Gold, oxydationsbeständig; wenn es auch nicht so leicht wie das Kupfer mit dem Sauerstoff der Luft Verbindungen eingeht, so hat es doch eine große Affinität zu Schwefelverbindungen, namentlich zu Schwefelwasserstoff, unter dessen Einwirkung sich auf der Oberfläche des Silbers der bekannte, anfangs gelbbraune, später schwarze Niederschlag bildet, welcher aus Schwefelsilber besteht. Zur Auflösung des Silbers bedient man sich der kochenden konzentrierten Schwefelsäure und der Salpetersäure. Die mit letzterer hergestellte Verbindung (salpetersaures Silber) findet als „Höllenstein“ bekanntlich in der Medizin und der Photographie weitgehende Verwendung. Silber schmilzt bei 930 Grad Celsius und läßt sich unter sehr hohen Temperaturen, wie sie z. B. das Knallgasgebläse erzeugt, verbrennen. Die hierbei bemerkbare grünliche Flamme rührt von dem selbst im Feinsilber enthaltenen geringen Kupferzusatz her. Das spezifische Gewicht des Silbers liegt je nach der Bearbeitung bei 10,5 und 10,6.

Wenn das Silber auch an sich schon dem Golde an Härte überlegen ist, so wird es doch fast nie in reinem Zustande verarbeitet, sondern erhält, um es gegen Abnutzung widerstandsfähiger zu machen, einen Kupferzusatz. Während andere Länder, z. B. England, diesen Kupferzusatz auf 75 vom Tausend, Frankreich auf 50 bis 100 vom Tausend beschränkte, war früher in Deutschland ein weit niedrigerer Feingehalt des Silbers zulässig, was ein begründetes Mißtrauen gegen deutsche Silberarbeiten im Ausland zur Folge hatte. Dies ist jedoch geschwunden, seitdem Deutschland durch das Feingehaltsgesetz vom 16. Juli 1884 den Gehalt stempelfähigen Silbers auf 880 pro mille festsetzte; für Schmucksachen und besseres Gerät wird diese Feingehaltsgrenze jetzt sehr häufig überschritten.

Um den fertigen Gold- und Silberarbeiten eine schöner gefärbte Oberfläche zu geben, werden sie dem Verfahren des „Auffiedens“ unterworfen, welches beim Silber als „Weißsieden“ bezeichnet wird. Durch ein kurzes Bad in einer der Säuren, in welchen das betreffende Metall löslich ist, in heißem Zustande wird an der Oberfläche des Stückes nicht nur das zur Legierung verwendete unedle Metall weggebeizt, sondern auch noch ein kleiner Teil des Edelmetalls selber aufgelöst, welches sich dann sofort wieder auf der Oberfläche niederschlägt und so einen dünnen Überzug von Feinmetall herstellt.

Die Kenntnis, Verwendung und Verarbeitung des Goldes reichen bis in das höchste Altertum hinauf, soweit wir die Kultur des Menschengeschlechtes verfolgen können. Daß es hierin dem Silber überlegen ist, findet seine Erklärung in dem Umstande, daß das Gold in reinem Zustande an vielen Stellen der Erde gefunden wird, während das Silber in Erzen gewonnen wird, deren hüttenmäßige Verarbeitung eine höhere Entwickelung der Feuertechniken voraussetzt. Von der ausgedehnten Verwendung des Goldes bei den vorderasiatischen Völkern geben uns die alttestamentlichen Geschichtsbücher des jüdischen Volkes, bei den Ägyptern zahlreiche Gräberfunde aus den frühesten Dynastien Zeugnis. Daß die Griechen der sogenannten heroischen Zeit von Goldarbeit einen umfassenden Gebrauch zu machen wußten, haben die Schliemannschen Funde bewiesen. Doch muß man annehmen, daß in dieser frühesten Zeit die Phöniker die eigentlichen Erzeuger des in Griechenland benutzten Goldschmucks und Gerätes waren, und daß von den jonischen Inseln und dem Festland der Balkanhalbinsel die Gewinnung und Verarbeitung dieses Edelmetalls seinen Weg auf die griechische Halbinsel genommen hat. Denn wenn auch in den Homerischen Gesängen die Werkzeuge und Handgriffe des Goldschmiedes als etwas Bekanntes behandelt werden, so finden wir sie doch in den Händen „sidonischer Männer“. Erst in der Zeit von Homer bis zu den Perserkriegen scheint die Verarbeitung des Goldes in Griechenland selbst Verbreitung gefunden zu haben.



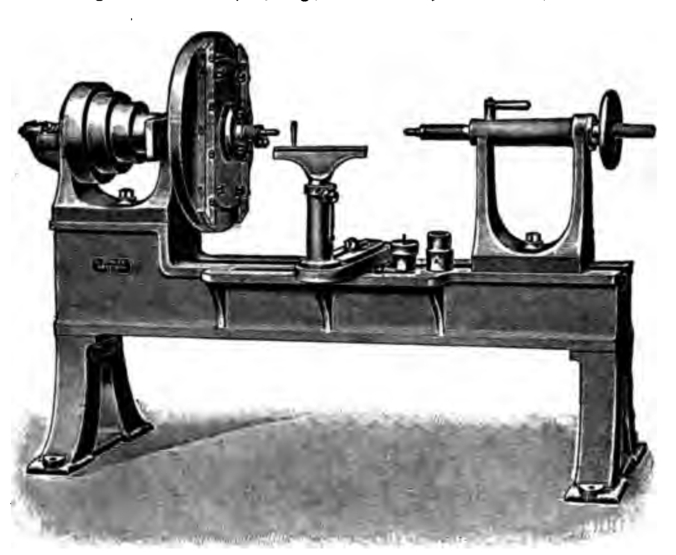
1521. Altgriechischer Ciseleur.
Nach einem pompejanischen Wandgemälde.

In Italien war das Volk der Etrusker das erste, bei dem wir Verarbeitung der Edelmetalle, wie auch der Bronze und des Eisens finden. Auch zu ihnen muß die Kenntnis dieser Technik von den Phönikern gelangt sein, welche ihre Handelswege schon zu sehr früher Zeit an die Westküste Italiens führten. Erst die Eroberungszüge der Römer auf dem italienischen Festland machten auch dieses Volk mit dem Material und seiner Bearbeitung bekannt; lange Zeit hindurch blieben jedoch die Etrusker auch hierin die Lieferanten und Lehrmeister der Römer. Zur Kaiserzeit war die Gewinnung und Verarbeitung der Edelmetalle rein römisch.

Die beiden Techniken, welche für diese Verarbeitung von Anfang an in Betracht kamen, waren die kalte Bearbeitung durch Hämmern, Drücken und Ziehen, und die Feuerbearbeitung durch Guß. Bei dem gediegen vorkommenden und weichen Golde dürfen wir die erstere ohne weiteres als die ältere annehmen.

Ein Stück gediegenen Goldes mit dem Hammer zu einem dünnen Blatt auszutreiben, setzt keine besondere Kunstübung voraus und ist selbst bei der Anwendung von Steinwerkzeugen denkbar, so daß uns das Vorkommen von Goldblechen in einer Kulturperiode, welche das Eisen und die Bronze noch nicht kannte, nicht überraschen dürfte. Das Austreiben des Bleches mit Hämmern (ἐλαύνειν, ducere) ist bis in die neuere Zeit hinein die einzige Art der Bearbeitung gewesen; das heute allgemein übliche Walzen des Bleches ist eine relativ junge Erfindung.

In der Form des Bleches ist nun das Edelmetall das wichtigste Material für die
unstbethätigung in urältester Zeit. Zunächst dient es zur Herstellung von Hohlgefäßen.
erzu kann das Blech in zweierlei Weise gestaltet werden: entweder durch Aufhämmern
f einen die Form des Gefäßes darstellenden Holzkern oder aus freier Hand. Das
tere Verfahren wurde im Altertum und Mittelalter allgemein geübt; es ist aber auch
ute noch im Gebrauche, wenn auch in etwas schneller fördernder Art, als sogenannte
drückte Arbeit. Es wird hierzu die Form des Gefäßes aus hartem Holze gedrechselt
d dieser „Kern" auf die Drehbank gebracht. Hier wird nun das Metallblech im Um-
ufen mit ganz stumpfen Stahlmeißeln so lange fest gegen den Holzkern gedrückt, bis es
Form desselben angenommen hat. Es ist unvermeidlich, daß hierbei das Metall eine
uerstreifung (senkrecht zur Drehachse) bekommt. Diese Streifung ist ein ziemlich un-
iglicheS Mittel, um moderne Arbeiten von alten zu unterscheiden, an welchen sie nie
rkommt. Selbst wenn zum Zweck der Fälschung diese Streifung durch spätere Hammer-
läge verwischt ist, so verrät eine genaue Untersuchung, namentlich der Rückseite, meist
noch ihre Spuren. Um
s der flachen Blechtafel
Hohlgefäß aus freier
nd zu formen, dehnt
n das Metall durch
opfen mit dem Hammer
f harter Unterlage aus.
ginnt man dabei von
Mitte aus und arbeitet
ch dem Rande hin, so
zeichnet man die Arbeit
„Austiefen"; bear-
tet man zuerst den Rand,
daß die Mitte allmäh-
aufsteht, so spricht man
n „Aufziehen". Auch
se beiden Arbeitsweisen
hören schon der ältesten
etallbearbeitung an. Die
einheit des verfügbaren
eches, oder die besonders
rk eingezogene Form,



1522. Drehbank aus der Fabrik von L. Schuler in Göppingen.

lche man dem Gefäße geben wollte, konnte zu einer Zusammensetzung desselben aus
hreren Schalen nötigen. Die Zusammenfügung der Ränder geschah hierbei in ältester
it durch Nageln (Nieten) oder durch Umkrempen und Verklopfen der Nähte. Die
tung der Ränder gehört erst einer späteren Zeit an.

Ebenso alt, wie die Herstellung von Gefäßen ist die Verwendung des Goldblechs zu
nstlerischer Reliefarbeit. Die Kunstforschung vertritt besonders auf Sempers Autorität
Ansicht, daß dem antiken Steinbau eine Holzbaukunst vorangegangen sei, deren be-
nders hervorzuhebenden Teile mit derartig in Treibarbeit verzierten Tafeln von Edel-
tall bekleidet gewesen seien, und daß hierin die Entstehung der Reliefplastik, die sonst
älteste Kunstbethätigung schwer zu erklären ist, zu suchen sei. Eine starke Unter-
tzung findet diese Ansicht in den Schilderungen, welche uns das Alte Testament von
n Tempelbau Salomos und der Bundeslade entwirft.

Für die älteste Herstellung solcher Gold- und Silberreliefs sind uns aus den Fund-
ken verschiedene Methoden bekannt geworden. So haben sich in Mykenä vertieft ge-
hnittene Formen aus Granit und Basalt gefunden, in welche das Goldblech von der Rück-
te aus hineingetrieben wurde, was namentlich bei sich wiederholenden Ornamenten an-
wendet worden sein mag. Zu gleichem Zweck wurden tiefgeschnittene Metallformen (wie
egelstöcke) verwendet, welche dem Edelmetall auf weicher (Blei-)Unterlage aufgeprägt

wurden. In umgekehrtem Verfahren wurden Formen, die in Relief geschnitten waren, in die Rückseite des Metalls eingeschlagen, so daß sie sich an der Vorderseite erhaben zeigten. Letztere Art der Verzierung begegnet uns sogar noch bei Goldblechbekleidung von Buchdeckeln im frühen Mittelalter. Endlich haben wir uns bei der oben erwähnten Goldverzierung hölzerner Architekturteile oder bildnerischer Werke einen in Holz geschnitzten Kern zu denken, auf welchen das dünne Metall mit stumpfen Meißeln aufgehämmert wurde.

Dieses Verfahren leitet uns zur eigentlichen, freihändigen Treibarbeit über, einer Technik, die, aus den ältesten Zeiten stammend, heutigestags noch den Hauptteil der Kleinskulptur in Edelmetall ausmacht. Faßte die Antike die gesamte Bildnerarbeit in Metallblech unter dem Namen Toreutik zusammen, so wurde die freihändige Treibarbeit speziell als Sphyrelaton bezeichnet. Seine Verwendung im Altertum ist eine äußerst vielfache. Auf ihm beruht die Anwendung von Goldblechen bei den „chryselephantinen“ Bildwerken, die als Götterbildnisse, Weihgeschenke und ähnliches in der griechischen Kunst eine große Verbreitung hatten, wenn unsere Kenntnis derselben beim völligen Verschwinden von Originalen leider auch nur auf historische Nachrichten begründet ist. Hiernach haben wir uns dieselben wohl als plastische Werke zu denken, deren Kern aus Holz geschnitzt war, welchem dann für die unbekleidet sichtbaren Körperteile eine Auflage aus Elfenbein gegeben wurde. Andere Teile, wie Haare, Gewänder, Schmuck, Waffen u. s. w., waren aus Goldblech getrieben und mit Nägeln auf den Holzkern befestigt. Eingesetzte Edelsteine, welche die Augen, Lippen u. s. w. hervorhoben, mögen die lebensvolle Wirkung, zu welcher auch wohl eine entsprechende Bemalung oder Beizung des Elfenbeins beitrug, erhöht haben.

Sonst scheint die Treibarbeit in der Anwendung auf Freiskulpturen, die heute bekanntlich in Kupfer ziemlich allgemein ist, im Altertum selten vorgekommen zu sein, desto häufiger jedoch auf Reliefskulpturen. Häufig lesen wir von gold- und silbergetriebenen Tafeln, die als Verzierung in Wände eingesetzt wurden; Tische, Throne, Betten, Altäre, Wagen und anderes erhielten über dem Holzkern eine vollständige oder teilweise Bekleidung mit getriebenen Blechen aus Edelmetall. Auch Gefäße, zu heiligem oder profanem Gebrauch dienend, Leuchter und dergleichen wurden entweder im Metall selbst mit Treibarbeit verziert oder erhielten auf dem glatten Kern Auflagen von getriebenen Verzierungen. Diese Auflagen (crustae, emblemata) wurden entweder durch Nieten oder durch Lötung befestigt. Endlich haben die Gräberfunde auf den griechischen Inseln, in Hellas selbst und in den pontischen Gegenden am Schwarzen Meer eine Unzahl kleiner getriebener Scheiben und Platten aus Gold ergeben, welche zum Aufnähen auf die Kleidung, zum Befestigen auf der Rüstung und zu ähnlichen Zwecken gedient haben. Bei den Römern scheinen diese Schmuckplatten auf der Rüstung der Soldaten eine ähnliche Bedeutung gehabt zu haben, wie heutzutage die Orden.

Die Technik dieser Treibarbeit in Edelmetall wird in der Gegenwart noch ebenso gehandhabt, wie sie uns aus dem Altertum überkommen ist, und wie sie während der ganzen Zeit des Mittelalters und in besonderer Vollkommenheit in der Renaissance gepflegt wurde. Es mag daher an dieser Stelle eine Schilderung derselben eingefügt werden, wobei vorausbemerkt sei, daß das Treiben mit dem Ciselieren Hand in Hand geht, abgesehen davon, daß letztere Technik auch bei der Vollendung gegossener Gegenstände ihre Anwendung findet.

Das Handwerkszeug des Treibers und Ciseleurs sind die Punzen, ein leichter Hammer, die Kittkugel mit Kittmasse und deren ringförmige Unterlage aus gerolltem Leder oder Blei. Außerdem verwendet er noch Feilen und Schaber, Drillbohrer und Laubsägen.

Die Punzen (poinçons) sind Stahlstäbchen von ca. 12 cm Länge, welche dazu dienen, den Schlag des Hammers auf die Metallfläche zu übertragen. Sie haben je nach ihrem verschiedenen Zweck sehr verschieden geformte Spitzen oder „Bahnen“. Der Ciseleur pflegt 200 bis 250 verschiedene in Gebrauch zu haben. Der Art der Bahn nach unterscheidet man hauptsächlich folgende Gattungen, deren jede in verschiedenen

Größen verwendet wird: Die Laufpunzen oder Einziehpunzen, stumpfe Meißel mit geraden oder schwach gewölbten, polierten Bahnen; die Satzpunzen zum „Niedersetzen“ des Grundes mit flachen Bahnen von verschiedenem Querschnitt (oval, herzförmig, dreieckig u. s. w.). Die Matt-, Haar- und Perlpunzen dienen beim Fertigmachen zur charakteristischen Behandlung der Oberfläche; der Mattpunzen zum Mattieren des Metallgrundes, zu welchem Zweck er eine rauhe Bahn hat; der Haarpunzen hat in der Bahn feine Riefelungen; beim Perlpunzen ist in die kugelförmig gestaltete Bahn ein kleines halbkugeliges Loch gebohrt, so daß er beim Einschlagen in der Metalloberfläche eine kleine Perle hinterläßt. Manche Formen von Punzen gehen in die älteste Vergangenheit zurück, während gewisse andere erst neuerdings eingeführt sind. Die Kenntnis dieser Verhältnisse setzt erfahrene Ciseleure in den Stand, das Alter einer ciselierten Arbeit zu bestimmen und gelegentlich Fälschungen zu entdecken. So ist der „Chairierpunzen“ (der bei figürlichen Darstellungen zur Oberflächenbehandlung des Fleisches, chair, verwendet wird) erst seit Mitte dieses Jahrhunderts in Anwendung. Ein angeblich altes Silberrelief, welches die Anwendung dieses Punzens zeigt, verrät sich mithin dem geübten Auge als Fälschung.



1528. Ciseleur, mit Treibarbeit beschäftigt.

Die Arbeit des Treibens beginnt damit, daß die Zeichnung auf der Vorderseite des Metallblechs mit einem spitzen Stahl eingeritzt (manchmal auch vorgeätzt) wird. Mit dem Einziehpunzen werden hierauf die Linien der Zeichnung etwas vertieft eingeschlagen, „eingezogen“, so daß sie auf der Rückseite hervortreten. Zu diesem Zweck wird das Blech mit der Rückseite aufgekittet. Eine gußeiserne Halbkugel wird auf ihrem flachen, ein wenig nach innen ausgehöhlten Durchschnitt mit der Kittmasse belegt, welche aus Pech, Ziegelmehl und Talg zusammengeschmolzen wird. Auf dieses elastische Bett wird das Blech aufgelegt und, nachdem es vor der Lötflamme erwärmt ist, festgedrückt. Nun beginnt das Einziehen, indem der Arbeiter mit dem Daumen und den drei ersten Fingern der linken Hand den Punzen senkrecht auf das Metall aufsetzt und dann mit dem in der Rechten leicht geführten Hammer kurze schwache Schläge auf den Punzen gibt, welcher dabei der vorgerissenen Konturlinie nachgeführt wird. Hierauf wird das Blech mit Hilfe der Lötflamme vom Kitt abgelöst, mit Terpentin vom anhaftenden Kitt gereinigt und mit der Vorderseite wieder aufgekittet. Innerhalb der auf der Rückseite sichtbaren Konture

wird nun das Metall an allen den Stellen, welche ein höheres Relief erhalten sollen, von der Rückseite aus „aufgetrieben“. Wiederum herumgedreht, so daß jetzt wieder die Vorderseite oben liegt, erfolgt jetzt das „Niedersetzen“ des Grundes mit dem Satzpunzen, worauf bereits das Relief in seiner Hauptwirkung hervortritt. So abwechselnd von der Vorder- und Rückseite behandelt, wird die Arbeit ihrer Vollendung entgegengeführt. Da das Metall durch das Hämmern allmählich eine gewisse Sprödigkeit annimmt, muß es von Zeit zu Zeit in einem Schmiedefeuer ausgeglüht werden.

Kleinere Hohlgefäße, deren Verzierungen man nicht von innen mit Punzen und Hammer auftreiben kann, werden mit der „Schnarre“ bearbeitet. Eine starke Stahlstange, deren eines Ende rechtwinkelig aufgebogen und stumpf zugespitzt ist, wird mit dem anderen



1624. Silbergetriebene Schale, entworfen und ausgeführt in der Ciseleurwerkstatt von Lazarus Posen Wwe. in Frankfurt a. M.

Ende fest in einen Schraubstock gespannt. Während ein Arbeiter durch leichte Schläge mit einem starken Hammer die Stange in vibrierende Bewegung setzt (wobei ein schnarrender Ton hörbar wird), drückt der Ciseleur die Innenseite des Gefäßes an den Stellen, welche innerhalb des eingezogenen Konturs aufgetrieben werden sollen, fest gegen die vibrierende Spitze der Schnarre, wobei das Metall infolge der sich schnell folgenden kleinen Stöße allmählich aufsteht. Um das Gefäß dann von der Vorderseite weiter zu bearbeiten, wird es mit Kittmasse ausgegossen und so auf die Kittkugel aufgesetzt.

Eine etwas weitergehende Hammerbearbeitung des Silber- und Goldblechs in kaltem Zustande, die im Anschluß an die Treibarbeit zu erwähnen ist, hat stilistisch die meiste Verwandtschaft mit der Eisenschmiedetechnik. Sie begegnet uns kaum im Altertum (man müßte denn die aus dünnem Goldblech geschnittenen und mit der Zange gebogenen Blätter der zahlreich gefundenen Totenkränze hierher rechnen), dafür desto häufiger im nordischen Mittelalter und der Frührenaissance. Hier sehen wir die Stengel, Knäufe und Deckel von Pokalen oft mit Kränzen von stark bewegten, an gotische Kreuzblumen und Krabben

erinnernden Blättern ausgeschmückt. Diese Blätter werden einzeln aus starkem Blech mit der Laubsäge (vielleicht auch mit der Blechschere) ausgeschnitten und, nachdem ihnen durch Auftreiben und Einziehen von Rippen die nötige Bewegung gegeben ist, mit der Zange in die gewünschte, bewegte Form gebogen. (Rollwerk, engl. scrollwork.)

Auch das Herausarbeiten aus dem massiven Metallstück durch Ausmeißeln, Ausfeilen u. s. w. kommt in der Edelschmiedekunst vor. Wieweit dasselbe im Altertum Anwendung fand, ist schwer festzustellen; die Bedeutung des Ausdrucks Toreutik, welche man früher hierauf ausschließlich deuten wollte, scheint nach neueren Forschungen (Blümner) allgemeiner für alle bildnerische Arbeit in Metall angewendet zu sein. An Resten dieser Technik ist unseres Wissens nichts erhalten. Dagegen findet sie in der modernen Bijouterie, besonders bei Herstellung der festen Gerüste zur Aufnahme von Juwelen eine ziemlich ausgedehnte Anwendung.



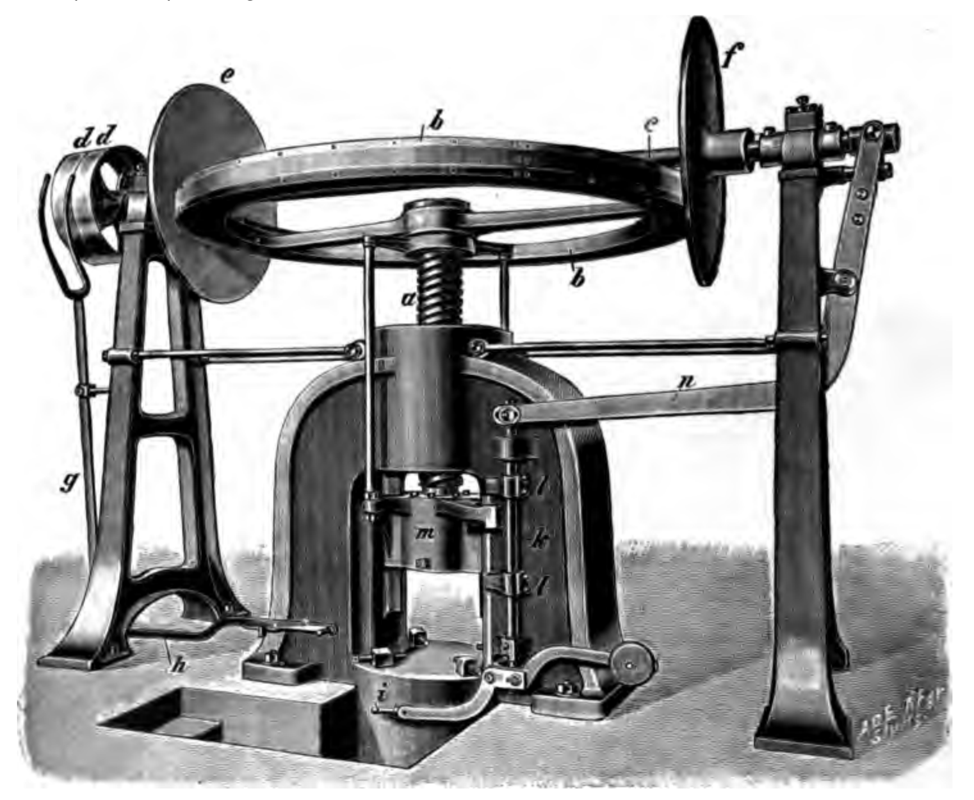
1525. Becher mit Rollwerk.

Der Formgebung des Edelmetalls durch Pressung vermittelst erhabener oder vertiefter Modelle sind wir schon im Altertum begegnet. Im Mittelalter und besonders in der Neuzeit hat dieselbe eine ausgedehnte Anwendung gefunden, da sie besonders geeignet ist, die Herstellung von Edelmetallwaren auf dem Wege des Maschinenbetriebs zu befördern. So finden wir schon im 16. Jahrhundert in Augsburg und Nürnberg Fabriken, welche die silbernen Beschlagteile für die so beliebten Kassetten, Hausaltärchen, Kußtafeln u. s. w. aus Ebenholz in Menge durch Pressung und Prägung herstellten. Die billige Bijouterie in Silber und Gold bedient sich heute fast ausschließlich dieses Mittels. Ebenso ist die Massenfabrikation silbernen Tafelgerätes fast gänzlich auf die Pressungen tiefgeschnittener Stahlformen basiert, und man kann oft nicht umhin, die Geschicklichkeit zu bewundern, mit welcher selbst komplizierte Gefäß- und Leuchterformen auf die Möglichkeit hin komponiert sind, in einzelne Teile zerlegt zu werden, welche die Herstellung auf dem genannten Wege gestatten. Während die Pressung für Blecharbeiten angewendet wird, ist die Prägung in erster Linie für Münzen und Medaillen, dann aber auch für alle aus massivem Metall herzustellenden Stücke, massive Silberbijouterie, Messer, Löffel und ähnliches vorbehalten.

Zu den Formen, in welchen das Edelmetall in kaltem Zustande verarbeitet wird, gehört außer den bisher betrachteten auch der Draht. Wenn wir auch annehmen dürfen, daß in den primitivsten Perioden der Technik der Draht durch Aushämmern und Rundfeilen einer Metallstange gebildet wurde, so zeigen uns doch schon die Schliemannschen Funde von Mykenä die noch heute übliche Technik des Drahtziehens. Das hierzu verwendete Werkzeug ist sehr einfach: es besteht aus dem „Zieheisen“, einer Stahlplatte, welche mit konisch gebohrten Löchern verschiedener Weite versehen und auf dem einen Ende einer langen, tischartigen Unterlage befestigt ist. Das andere Ende der letzteren trägt einen Haspel, durch welchen eine an einem starken Seile befestigte „Schleppzange“ auf der Unterlage entlang bewegt wird. Ein schmaler, von einer Blechtafel abgeschnittener Streifen oder eine bis zu einer gewissen Dicke ausgehämmerte Stange wird zuerst in das weiteste Loch des Zieheisens eingesteckt und beim Hervortreten mit der Schleppzange

gefaßt. Durch Anziehen des Haspels wird nun der Metallstab durch das Loch des Zieheisens durchgezwängt, wobei er dessen Querschnitt annimmt. Indem man so von den weiteren Löchern zu den engeren fortschreitet, zieht man den Draht allmählich bis zur gewünschten Dünne aus und gibt ihm gleichzeitig den in der Bohrung der Löcher vorgesehenen Querschnitt, der nach Bedarf kreisrund, oval, drei-, vier- oder vieleckig sein kann. Natürlich muß auch hier der allmählich wachsenden Sprödigkeit des Metalls durch wiederholtes Ausglühen begegnet werden.

Gold- und Silberdraht findet vielfache Verwendung sowohl bei der Gefäßbildnerei, wie bei der Bijouterie, wobei man häufig reichere Effekte durch Drehung der eckigen Drähte um ihre Längsachse erzielt. Auch für die Inkrustation ist der Draht ein wichtiges



1526. Prägmaschine aus der Fabrik von L. Schuler in Göppingen.

Material, sowohl bei derjenigen auf Metall, der Tauschierung, wie bei der Einlage auf Holz und anderen Materialien. Die ausgedehnteste Verwendung findet aber der Draht bei der Filigranarbeit; bei dieser tritt, wie der Name sagt, zum Draht (filum) als zweites Element noch die Kügelchenarbeit (granum). Um diese kleinen Kugeln oder Perlen von Gold oder Silber zu erzeugen, werden aus Blech des betreffenden Metalls mit der Schere kleine viereckige Stückchen (Pailletten, die auch sonst bei dieser Technik vielfache Verwendung finden), mit feingesiebter Holzkohlenasche vermengt, in einer Muffel geschmolzen, wodurch jedes einzelne, durch die Kohlenumgebung von seinem Nachbar getrennt, zu einer kleinen Kugel zusammenschmilzt.

Der Draht wird beim Filigran entweder glatt, oder „kordiert" angewendet. Letztere Art entsteht, wenn auf den Draht ein feiner Schraubengang angeschnitten wird. Häufig wird dieser Schraubengang zum Teil wieder entfernt, indem man den Draht von zwei Seiten glatt hämmert oder neuerdings durch eine kleine polierte Stahlwalze laufen läßt, so daß die Kordierung nur an der oberen und unteren Kante des Drahtes als feine

Riefelung zurückbleibt. In ältesten Zeiten erreichte man die gleiche Wirkung auf viel mühsamerem Wege durch Einfeilen.

Das **Filigran** gehört zu den ältesten Formen der Edelschmiedekunst und war den Ägyptern ebenso bekannt, wie den Vorderasiaten und den Bewohnern der griechischen Inseln, welche den Griechen der heroischen Zeit ihre Goldarbeiten lieferten. Interessant ist die heutige überaus weite Verbreitung dieser Technik als Volkskunst, die uns in gleicher Weise bei den Bewohnern des nördlichsten Skandinavien, wie bei den Anwohnern des Mittelländischen Meeres in Europa und Afrika und bei den Ostasiaten begegnet.

Filigranarbeit wird sowohl auf einer Unterlage aus Blech, wie in ganz durchbrochener Arbeit ausgeführt. Auf der Blechfläche wird zunächst die Zeichnung, welche sich in Kreisen, Spiralen u. s. w. bewegt, mit dem Spitzeisen vorgezeichnet. Hierauf werden die einzelnen Abschnitte des Drahtes mit der Zange in der gewünschten Weise gebogen und mit Tragantgummi auf die Unterlage nach der Zeichnung aufgeklebt; an geeigneten Stellen werden auch die Kügelchen und die kleinen Blechflitter (Pailletten) hinzugefügt. Bei à jour-Filigran, wie es in der Goldschmiedekunst bei Broschen, Schnallen u. dergl. häufig vorkommt, dient als Unterlage statt des Blechs ein glattgeschliffenes Stück Holzkohle, auf welchem die Zeichnung vorgerissen und der Draht aufgeklebt wird.



1527. Filigranarbeit; Gürtelschließe aus der Mustersammlung der Bayer. Gewerbekammer.

Ist die soweit gebrachte Arbeit festgetrocknet, so wird sie zum Zweck des Lötens zuerst mit Borax bestreut. Dieser spielt bei dem Löten eine wichtige Rolle; indem er vor der Lötflamme zuerst schmilzt, umgibt er die zu lötenden Metallteile mit einem die Luft abschließenden Überzug und hindert so die an der Oberfläche des Metalles beim Glühen sonst eintretende Oxydation, welche einem festen Anhaften des Lotes hinderlich sein würde. Als Lot dient eine etwas leichter schmelzbare Legierung des Goldes oder Silbers in feingefeiltem Zustande, welche mittels eines zugespitzten Röhrchens an den zu verbindenden Stellen aufgetragen wird. Die Lötung erfolgt dann durch gleichmäßige Erwärmung des ganzen Werkstücks vor der Lötflamme (heute meist eine durch Luftgebläse verstärkte Gasflamme), welche jedoch nur so lange wirken darf, bis sie das Lot geschmolzen hat, ohne das übrige Metall zu verbrennen.

Neben der Gestaltung des Edelmetalls in starrem und kaltem Zustande, mit welcher wir uns bisher beschäftigt haben, geht die Formung durch Guß einher, deren Technik beim Gold und Silber nicht wesentlich von derjenigen bei anderen Metallen verschieden ist. Der Guß beruht darauf, daß das Metall durch hohe Erwärmung aus dem festen in den tropfbarflüssigen Aggregatzustand übergeführt und in Hohlformen aus einem für die Hitze unangreifbaren Materiale gegossen wird, in welchen es erkaltet. Zu Gußformen für Silber und Gold verwendet man den sogenannten Formsand, der aus thonhaltigem, feinem Quarzsand mit Zusatz von ein Drittel Holzkohlenpulver durch Mahlen und wiederholtes Sieben hergestellt und in einem halbfeuchten Zustande verwendet wird, der ihn knetbar macht. In diesen Formsand, welcher in Kästen gefüllt ist, wird das vorher aus Gips, Holz, Elfenbein, Metall u. s. w. angefertigte Modell eingedrückt. Hat letzteres nur eine bearbeitete Seite, und ist es auf der Rückseite glatt, so daß nach seiner Einformung nur eine flache Höhlung im Formsande zurückbleibt, welche mit Metall auszugießen ist,

so spricht man von „Herdguß“; ist es beiderseitig bearbeitet, so wird auf den Formkasten, in welchem die Vorderseite abgedrückt ist, ein zweiter gestülpt, welcher die Hohlform für die Rückseite enthält, was man als „Kastenguß“ bezeichnet. Hat das Modell eine kompliziertere Rundform, welche durch Unterschneidungen das „Ausheben“ aus zwei Formen unmöglich macht, so wendet man „Kernstücke“ an. Beim Kastenguß muß ein „Gußkanal“ vorgesehen werden, durch welchen das flüssige Metall in die ringsum geschlossene Hohlform einfließt. Außerdem muß, um das Einfließen des Metalls in alle Ecken der Hohlform zu ermöglichen, der in letzterer befindlichen Luft durch Luftlöcher, „Pfeifen“, Gelegenheit zum Entweichen gegeben werden. Das Metall, welches natürlich sowohl den Gußkanal wie die Pfeifen füllt, muß nach dem Erkalten abgeschnitten werden.

Manche Modelle haben derartig frei abstehende Teile, Gewandfalten, Arme und Beine, daß ihr Einformen mit Kernstücken zu große Schwierigkeiten haben würde und man vorzieht, dieselben vom Modell abzuschneiden und besonders zu formen und zu gießen. Das spätere Anlöten derselben an den Hauptteil („Montieren“) erfordert besonders geschickte Arbeiter und stellt oft genug das Gelingen einer Figur in Frage. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, wendet man daher häufig den Guß in „verlorener Form“ (a cera perduta, à cire perdue) an, eine Technik, die sowohl in früherer Zeit allgemein wie auch von den ostasiatischen Künstlern fast ausschließlich angewandt wurde, die aber auch bei uns jetzt wieder eine erfreuliche Verbreitung gewonnen hat. Die „verlorene Form“, d. h. das Modell wird in diesem Falle aus Wachs angefertigt, welches in einer über dem Originalmodell angefertigten Hohlform aus Gips beliebig oft ausgegossen und vom Künstler bis in alle Feinheiten überarbeitet wird. Man hat hierbei noch den Vorteil, durch Einsetzen eines Kernes dem Wachs genau diejenige Dicke der Wandung zu geben, welche später das Metall haben soll. Zum Einformen des Wachsmodells dient ein besonders zusammengesetzter Formsand, welcher besonders einen stärkeren Thonzusatz erhält, als der sonst übliche; mit demselben wird auch das hohle Innere des Wachsmodells ausgefüllt. Hierauf wird das Ganze in starkem Feuer erhitzt, so daß das Wachs des Modells schmilzt und teils ausfließt, teils von dem Formsand aufgesogen wird. In die nun entstandene Hohlform, welche genau dem früheren Modell entspricht, wird das Metall eingegossen, welches dann nach dem Erkalten mit allen Feinheiten des Wachsmodells hervortritt und keiner weiteren Überarbeitung bedarf.



1528. Ajax-Büste mit Gußkanälen.

Auf demselben Verfahren beruht der Naturabguß von Pflanzen, kleinen Tieren, wie Insekten, Eidechsen u. dgl., welcher von den Nürnberger und Augsburger Silberschmieden des 16. Jahrhunderts vielfach geübt wurde und auch neuerdings mit Erfolg wieder versucht worden ist. Das abzugießende Objekt wird in einen flüssigen Brei von Pfeifenthon so oft eingetaucht, bis der Mantel hinreichend stark ist; dieser wird dann im Feuer verglüht, und die Aschenreste des Originals werden durch Ausschwenken mit Quecksilber aus der Hohlform entfernt, die dann zur Aufnahme des Gußmetalls bereit ist. Die Werke des Nürnberger Jamnitzer und der Augsburger Attemstätter, Wallbaum u. a. weisen eine hübsche Verwendung derartiger Naturgüsse auf. Außer dem Guß des durch Feuer flüssig gemachten Metalls spielt in neuerer Zeit auch der galvanische Niederschlag eine gewisse Rolle, indem er dazu dient, in der Silberwarenfabrikation solche Teile, die mit Reliefverzierungen von künstlerischem Werte geschmückt sind, und deren Durchciselieren durch künstlerische Kräfte bei wiederholter Anwendung das Objekt sehr verteuern würde, auf billigem Wege herzustellen. Da die Technik der Galvanoplastik in diesem Werke an anderer Stelle eine eingehende Behandlung gefunden hat, so sei hier nur kurz über

dies Verfahren berichtet. Da dasselbe eine völlige Faksimile-Wiedergabe des Originals ermöglicht, so kommt es nur darauf an, dies Original von einem Künstler vollkommen durchführen zu lassen. Hierauf wird ein Abdruck desselben in erwärmtem Guttapercha unter starkem Druck genommen, das durch einen Überzug von Graphitpulver metallisch leitend gemacht wird. Diese Hohlform wird dann nach dem bekannten Verfahren, mit einem Pol einer galvanischen Batterie verbunden, in ein Gefäß aufgehängt, welches mit einer gesättigten Lösung der Silber u. s. w. -Verbindung gefüllt und mit dem entgegengesetzten Pol in Verbindung gebracht ist. Die Ablagerung des reinen Metalls erfolgt darauf in der Hohlform mit solcher Schärfe, daß z. B. polierte und mattgehaltene Flächen des Originals sich in der Reproduktion wiederfinden und keine nachträgliche Überarbeitung nötig machen.

Die in der Edelschmiedekunst häufig notwendige feste Verbindung einzelner Teile eines Werkstückes geschieht entweder vermittelst des Feuers durch Lötung oder auf kaltem Wege durch Verschrauben, Vernieten, sowie durch Falzen. Beim Löten werden die beiden zu verbindenden Metallteile durch ein in Fluß geratenes Metall von niedrigerem Schmelzgrad als sie selbst, das „Lot“, aneinander befestigt. Da die Verbindung dieses Lotes mit dem zu verbindenden Metall nur auf einer metallisch reinen, von jedem Oxydüberzug freien Oberfläche möglich ist, so werden die miteinander zu verlötenden Stellen zuvor blank geschabt, aufeinandergepreßt und hierauf das Lot an die Verbindungsstelle gebracht. Letzteres besteht für Silber aus einer Legierung von Silber, Kupfer und Zink; für Gold aus einer Mischung von Gold, Silber und Kupfer. Es wird entweder als Feilspan verwendet oder bei feineren Arbeiten in Form von dünnen Blechstreifen, welche genau an die Lötränder angelegt werden. Ein Lötmittel, welches meist aus gepulvertem Borax besteht und auf die Lötstelle aufgestäubt wird, dient, wie bereits oben berührt wurde, dazu, als leicht schmelzbares Glas die blanken Metallflächen zu umhüllen und den Luftzutritt abzuschneiden, um die sonst bei der Erwärmung unvermeidliche Oxydation der Lötränder zu verhindern. Hierauf wird das Ganze unter der Lötflamme, einer durch Luftgebläse verstärkten Gasflamme erhitzt, bis das Lot in Fluß geraten ist. Da letzteres immerhin noch einen ziemlich hohen Hitzegrad erfordert, so wird bei manchen Goldschmiedearbeiten, die man wegen der Vergoldung u. s. w. einem solchen nicht aussetzen mag, zum Löten auch das leichtschmelzbare Zinn verwendet.

In vielen Fällen, in denen wegen der Nähe von Materialien, die überhaupt nicht der Hitze ausgesetzt werden dürfen, wie Email, Perlmutter, Krystall und dergl., die Lötung nicht möglich ist, muß die Verbindung auf kaltem Wege erfolgen. Die Anwendung von Nieten und Schrauben ist hier die zunächst liegende und geschieht, wie bei allen anderen Metallen, indem in die Wände der zu verbindenden Teile Löcher gebohrt werden, in welche ein mit einem Kopfe versehener Stift vom gleichen Metall eingesetzt wird. Beim Nieten wird dann das andere Ende des Stiftes mit dem Hammer breit geschlagen; beim Verschrauben ist an dies Ende ein Schraubengang angeschnitten, auf welchen eine mit einem entsprechenden Schraubengewinde ausgebohrte „Mutter“ aufgedreht wird. Daß letzteres Verfahren in der Goldschmiedearbeit häufiger angewendet wird, als ersteres, hat seinen Grund darin, daß Schrauben sich zum Zweck von Reparaturen u. dergl. leichter lösen lassen als Niete.

Bei Fassungen von edlen, aber zerbrechlichen Materialien, wie Glas, Bergkrystall, Muscheln, Bernstein u. ähnl. in Silber oder Gold sieht man häufig, namentlich bei alten Stücken, eine Art von Scharnierverbindung angewendet. Die einzelnen Teile der Fassung erhalten da, wo sie miteinander verbunden werden sollen, ineinandergreifende, verschränkte Ösen, durch welche nach ihrer Zusammenfügung ein Stift gesteckt wird; auch diese Verbindung ermöglicht ein leichtes Auseinandernehmen der Fassung.

Die Falzung endlich ist eine uralte Verbindungsweise von Blechteilen, die wir schon bei den ältesten griechischen Hohlgefäßen aus Edelmetall fanden, und die u. a. auch bei den dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung angehörigen Gefäßen des Goldfundes von Nagy-Szent-Miklos in Ungarn vorkommt. Die aufeinander stoßenden Blechränder werden hierbei miteinander umgefalzt und dann mit dem Hammer festgeklopft.

Nachdem wir so über die konstruktive Entstehung der Edelmetallarbeiten eine kurze Übersicht gewonnen haben, erübrigt es, die Bearbeitung ihrer Oberfläche und die auf dieselbe angewandten Schmuckmittel zum Gegenstande unserer weiteren Betrachtung zu machen.

Die Arbeit des Edelschmiedes kommt vom Guß in einer unansehnlichen Gestalt, die den einstigen Glanz des fertigen Stückes noch nicht ahnen läßt; eine Oxydationsschicht, die „Gußhaut", überzieht die Oberfläche und muß entfernt werden. Ebenso zeigen getriebene Arbeiten in Silber infolge des häufigen Aufkittens und Verglühens eine stumpfe und schmutzige Oberfläche. Zum Wegnehmen der Gußhaut dient das einem dreikantigen Dolche ähnliche scharfe Riefeleisen, mit welchem die Oberfläche abgeschabt wird; auch die Stahlbürste, ein fest zusammengebundenes Bündel von Stahl- oder Messingdrähten, dient dem gleichen Zweck. Zu weiterer Behandlung der Oberfläche hat der Ciseleur nun zunächst seine verschiedenen Punzen in Bereitschaft, von welchen schon oben die Rede war. Mit ihnen weiß er seiner Arbeit eine Art malerischen Effektes zu geben, indem er die verschiedenen Teile derselben in wechselnder Weise behandelt. Bei einem Relief z. B., welches Figuren in einer Landschaft darstellt, weiß er den Himmel mit seinen leichten Wolkengebilden zurückzubringen, die verschwommene Ferne von den deutlicheren landschaftlichen Einzelheiten des Mittelgrundes zu trennen, im Vordergrunde endlich Boden und Pflanzenwuchs durch die Behandlung auseinanderzuhalten. Bei der menschlichen Figur unterscheidet er durch Überarbeitung mit verschiedenen Punzen die Stoffe der Gewandung von dem Fleisch der Körper, wobei auf die oben bereits erwähnte Beobachtung verwiesen sei, daß die neueren Künstler wieder zu der Gepflogenheit der klassischen Perioden zurückkehren und dem Fleisch eine natürlich glatte Behandlung zuweisen, ohne, wie es eine Zeitlang die Mode wollte, mit dem Chairierpunzen die Poren der Haut anzudeuten.



1629. Arbeit des Schleifens.

Aber nicht bloß bei der Edelmetallplastik, sondern auch bei der Gefäßbildnerei in Silber ist die Oberflächenbehandlung eine sehr mannigfache. Eine grobe, aber sehr wirkungsvolle Behandlung ist die von den Chinesen und Japanern uns überkommene „Hämmerung" (martelé), welche den Eindruck hervorrufen will, als ob ein Gefäß

durch Schlagen mit kleinen Hämmern aufgetrieben sei. Selbstverständlich werden bei uns diese kleinen Hammerschläge, die der Arbeit eine gewisse Frische verleihen und eine ornamentale Oberflächenverzierung oft ersetzen können, dem auf der Drehbank gedrückten Gefäße erst nachträglich vermittelst ziemlich großer Punzen mit breiter, polierter Bahn hinzugefügt. Die allermeisten Gefäße, die wirklichem Gebrauch dienen, werden heute in poliertem Zustande angefertigt. Dem Polieren geht das Schleifen der Oberfläche voraus, welches mit Schmirgel, Bimsstein, Holzkohle und dergl. so lange fortgesetzt wird, bis die Fläche ganz glatt und mattglänzend erscheint. Zur Erzielung der „hohen" Politur, der eigentlichen Spiegelung, dient ein sehr hartes Material, beim Edelmetall meist der strahlige Roteisenstein, „Blutstein", ein schwarzes, metallisch glänzendes Mineral, in manchen Fällen auch der Polierstahl. Sehr gebräuchlich ist bei Silber- und Goldarbeiten der dekorative Effekt, der durch den Gegensatz von Matt und Blank erzielt wird. Zu einer gleichmäßigen Mattierung, einer zarten Körnung der Fläche, dient die Bearbeitung mit der Glasbürste, einer Bürste, welche statt der Borsten kurze Abschnitte von gesponnenen Glasfäden besitzt. Auch das „Sandgebläse" wird neuerdings zu dem gleichen Zweck vielfach verwendet. Diese auch in vielen anderen Techniken benutzte Vorrichtung besteht aus einem hölzernen Kasten, in welchem ein durch ein Flügelrad betriebenes Luftgebläse einen Strom von scharfem, sehr gleichmäßig gesiebtem Quarzsand durch eine Öffnung wirft. Eine Metallfläche, welche vor diese Öffnung gehalten wird, zeigt sehr bald die gewünschte feine Körnung der Oberfläche.

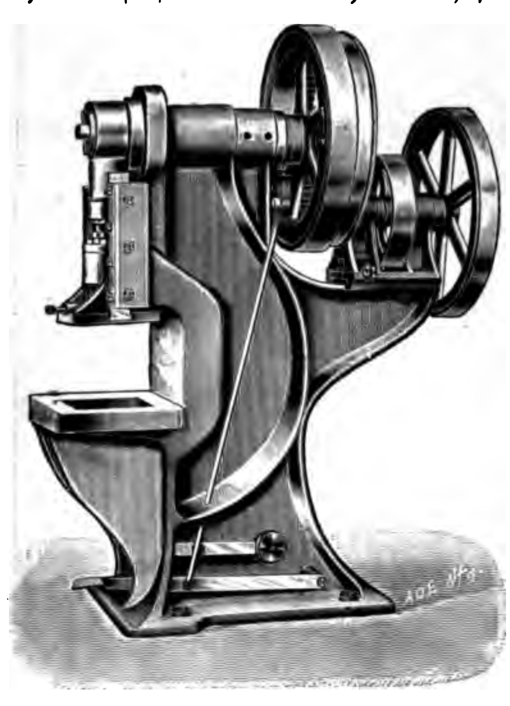


1580. Arbeit des Polierens.

Eine Färbung der Oberflächen durch Beizen, wie sie bei der Bronze zur Erzielung der sogenannten Patina angewendet wird, ist bei den beiden Edelmetallen nicht üblich; beim Golde verbietet sie sich durch die eigentümliche Schönheit der Farbe, über deren Veränderungen durch Legierung bereits die Rede gewesen ist — beim Silber durch den wenig ansprechenden Charakter der Töne, welche sich bei einer Säurebehandlung des Silbers ergeben. Allerdings war eine Zeitlang auch bei silbernem Schmucke und Gebrauchsgerät eine durch Ablagerung von Schwefelsilber erzielte Graufärbung Mode; zum Glück hat diese Verirrung, welche dem Silber das Ansehen von unreinem Blei gab, nicht lange standgehalten. Silber kann nur gut wirken, wenn es fort-

während in blankem Zustande erhalten wird; dies gilt in England auch von den oft sehr kostbaren alten Familienstücken, die zum Tafelschmuck benutzt werden. Auch den Sammlern kann man nur empfehlen, ihre alten Silbergeräte, soweit es sich mit der Schonung der Formen verträgt, in blankem Zustande zu erhalten.

In die Frage der Oberflächenbehandlung des Edelmetalls gehört auch die Vergoldung und Versilberung. Die Sitte, ein weniger wertvolles Material mit einer dünnen Schicht eines kostbareren zu überziehen, sei es zur Täuschung, sei es zur Erzielung bestimmter dekorativer Effekte (Ziervergoldung), ist uralt. Im Mittelalter und in der Renaissance wurde häufig in Fällen, wo die Beschaffung von Edelmetall zu kirchlichen und profanen Geräten nicht ausreichte, das Kupfer mit der gleichen künstlerischen Sorgfalt bearbeitet und nachträglich vergoldet.



1581. Stanzmaschine aus der Fabrik von L. Schuler in Göppingen.

Der Gold- oder Silberüberzug kann auf verschiedene Weise erfolgen: die einfachste und verbreitetste Art ist das Aufkleben sehr dünngeschlagener Metallblätter vermittelst eines Leims oder Firnisses; dasselbe kann auf jeder Art von Grundstoff erfolgen. Speziell für Metall kommt die Plattierung, die Feuervergoldung und der galvanische Niederschlag in Betracht. Da die erstere, die sogenannte Blattvergoldung, nicht in das Bereich der Goldschmiedekunst gehört, so können wir sie hier mit einigen kurzen Notizen über die Herstellung des Blattgoldes (welcher diejenige anderer Metalle in Blattform genau entspricht) erledigen. Zum Blattgold wird vom Goldschläger beinahe feines Gold, höchstens mit $^1/_{80}$ Zusatz von Silber oder Kupfer verarbeitet. Er gießt es zunächst in dünne Barren, die zu Blechstreifen von 1 mm Dicke ausgewalzt werden. Die weitere Verdünnung des Metalles erfolgt durch Hämmern; wenn das Gold auf Papierdicke ausgearbeitet ist, so wird es in kleine Quadrate zerschnitten und zwischen Pergamentblättern durch Schlagen mit einem breiten und schweren Hammer auf einer Granitunterlage weiter verdünnt. Dies Verfahren wird unter wiederholtem Zerschneiden und Neu-Einlegen in die „Quetschform" so lange fortgesetzt, bis die im Handel verlangte Dicke der Goldblättchen erreicht ist. Diese ist so minimal, daß 10000 aufeinander gelegt, erst die Dicke eines Millimeters erreichen.

Das „Plattieren" kommt besonders häufig beim Überziehen eines minderwertigen Metalls mit Silber vor; doch wird auch Vergoldung auf diese Weise ausgeführt, meist mit einer Zwischenlage von Silber, um an der Dicke des Goldüberzugs zu sparen. Eine sehr verbreitete Anwendung findet die Plattierung bei Tafelgerät; durch die französische Firma Christofle zuerst eingeführt, jetzt aber in fast allen Ländern verbreitet, hat das plattierte Tafelgeschirr (vielfach kurzweg „Christofle" genannt) das massive Silbergerät in bedeutendem Maße verdrängt. Als Grundstoff dient bei diesen Waren eine ziemlich harte Weißlegierung, im wesentlichen aus Zinn, Zink und Kupfer bestehend; doch wird die Plattierung auch auf Kupfer und Eisen (Pferdegeschirr u. dergl.) ausgeführt. Der Prozeß des Plattierens ist eine Art Schweißung zwischen dem Grundmetall und der aufgelegten Silberschicht. Auf das reingeschabte Blech des ersteren

wird ein ebenso behandeltes, etwa papierdickes Blatt von Silber aufgelegt und zur Rotglühhitze erwärmt. In diesem Zustande wird das Silberblech mit eisernen Instrumenten fest aufgerieben und noch rotglühend durch ein Walzwerk laufen gelassen. Durch die Erwärmung bis nahe an den Schmelzpunkt der beiden Metalle und die darauf folgende Pressung werden dieselben so fest aneinander geschweißt, daß nunmehr das weitere „Strecken“ des Bleches im gewöhnlichen Walzwerk erfolgen kann, ohne daß das feste Anhaften des Silbers beeinträchtigt würde. Die gleichmäßige Verdünnung der beiden miteinander verbundenen Metalle kann so weit getrieben werden, daß die Silberlage nur noch $^1/_{200}$ Millimeter Dicke hat. Bei der **Feuervergoldung** und Versilberung wendet man das aufzulegende Edelmetall in Form von Amalgam an. Wenn dünngewalztes Goldblech in Rotglühhitze mit Quecksilber in Verbindung gebracht wird, so bildet sich eine breiige Masse, das sogenannte Amalgam; dies wird mit einer Drahtbürste auf die zu vergoldende, vorher rein abgebeizte Metallfläche aufgerieben und möglichst gleichmäßig verteilt. Nachdem der Anstrag getrocknet, wird das Metallstück über glühenden Kohlen unter fortwährendem Drehen und Wenden erhitzt, wobei sich das Quecksilber verflüchtigt und das Gold als fester Überzug auf dem Gegenstande zurückbleibt. Durch Wiederholen dieser Prozedur kann man der Goldauflage eine beliebige Dicke geben. Da die entweichenden Quecksilberdämpfe giftig sind, ist ein starker Luftabzug im Glühofen neben sonstigen Schutzvorrichtungen für die Arbeiter erforderlich.



1582. Goldschläger im 15. Jahrhundert. Nach Jost Amman.

Die galvanische Vergoldung und Versilberung erfolgt in derselben Weise, wie die nach diesem Prozeß ausgeführte Metallablagerung überhaupt. Sie wird sehr allgemein, besonders zur sogenannten Ziervergoldung angewendet, wobei nur einzelne Teile durch die Vergoldung hervorgehoben werden sollen. Zu diesem Zwecke werden die nicht zu vergoldenden Partien mit einem Überzug von Asphaltlack versehen, auf welchem sich das Gold nicht niederschlägt.

Die weiteren Dekorationsmittel des Edelmetalls teilen sich in solche, welche in dem Stoff des Metalls selbst vorgenommen werden: die **Gravierung, Guillochierung, Ätzung** und **Aufprägung von Stempeln**; und in diejenigen, bei welchen dem Metall ein fremder Körper aufgelegt wird, die **Tauschierung, Emaillierung** und das **Niello**.

Die **Gravierung** kann entweder eine solche sein, die eine bildliche oder ornamentale Zeichnung in Linienmanier, ähnlich dem Kupferstich, erzeugt (Flachgravierung), oder sie läßt die eingegrabenen Figuren durch sich selbst, also durch das Spiel von Licht und Schatten ihrer Ränder wirken (Blankstich). Die erstere wurde im Mittelalter und in der Renaissance vielfach geübt; besonders die Arbeiten der letzteren erfreuen uns heute noch durch die kraftvolle Art ihres Vortrags, der an die körnige Zeichnung alter Holzschnitte erinnert und vorteilhaft von dem weichlichen Charakter unserer neuen Gravierungen absticht. Allerdings muß anerkannt werden, daß auch neuerdings, namentlich in München, im treuen Anschluß an die alten Vorbilder vorzügliche Gravierungen ausgeführt werden. Die Anwendung der Gravierung finden wir bei alten Musterstücken auf den glatten Flächen von Trink- und Ziergefäßen, die im übrigen reich mit getriebenem Relief-Ornament ausgestattet sind: geschichtliche und allegorische Darstellungen, Jagdscenen und Landschaften begegnen uns, oft nach den Originalen der „Kleinmeister“ kopiert.

Neben diesen mehr bildlichen Darstellungen, welche mit dem Grabstichel, demselben Werkzeug, dessen sich der Kupferstecher bedient, gearbeitet sind, liebt die Renaissance auch eine Flächenbelebung durch ein Spiel eingegrabener Linien, die sich in schönem Schwung verschlingen und an ihren Endigungen in blumen- und blattartige Bildungen auslaufen: ein Ornament, dessen Heimat wir im Orient, auf arabischen, persischen und maurischen Waffen zu suchen haben, und welches aus diesem Grunde den speziellen Namen „Arabeske“ führt. Dies Linienornament ist nicht immer mit dem Grabstichel eingestochen, sondern mit dem „Trassierpunzen eingezogen“, fällt also mit derjenigen Arbeit zusammen, welche wir oben bei der Besprechung der Treibarbeit als die zuerst vorzunehmende beschrieben haben. Die Herstellung mit einem stumpfen Instrument durch Hammerschläge gibt diesem Ornament eine Art schwaches Relief, indem das Metall zwischen den vertieft liegenden Linien, namentlich wo dieselben eng zusammengehen, eine leichte Wölbung nach oben bildet.

1633. Kanne mit Arabeskenverzierung nach Hans Holbein.

Als einen ganz modernen Abkömmling dieses Arabesken-Linienornamentes kann man den „Blankstich“ betrachten, der, von Amerika ausgehend, eine Zeitlang den ebenso beliebten wie billigen Schmuck unseres silbernen Tafelgerätes bildete. Seine Wirkung beruht hauptsächlich darauf, daß er in mattierten Flächen ausgeführt wird, und daß der vertiefte, breite Schnitt, den der mit einer gewissen Kraft geführte Grabstichel hinterläßt, sich mit blank glänzenden Rändern von dem mattweißen Grunde effektvoll abhebt. Durch den Wechsel von scharfen Linien und breiteren Schnittflächen, bei Verwendung verschieden geformter Stichel läßt sich in dieser Verzierungsweise mit verhältnismäßig geringer Mühe eine wirkungsvolle Abwechselung erzielen.

Um gewisse Teile von Silbergerät mit bandartigen, fortlaufenden Verzierungen zu versehen, bediente man sich, wie wir eingangs erwähnt haben, schon in ältester Zeit tief geschnittener Stempel, welche nebeneinander in das Silber oder Gold eingeschlagen wurden. Das Tafelgerät der Römer, von dem uns, dank den Funden von Hildesheim und Boscoreale, eine große Anzahl verschiedener Typen erhalten sind, zeigt mehrfach die Anwendung dieser Verzierungsweise. Auch bei der Silberarbeit der Renaissance finden wir sie vielfach zur Verzierung der Lippen von Bechern oder kleiner bandartiger Profile angewandt. Es scheint sogar, als wenn die bedeutenderen der Nürnberger Werkstätten, wie z. B. die von Wenzel Jamnitzer, diese Stempelung fast im modernen Sinne fabrikmäßig betrieben hätten, sei es, daß sie aus anderen Werkstätten die unfertigen Arbeiten zum Aufprägen der erwähnten Zierstempel übernahmen, sei es, daß sie die letzteren gegen Entgelt ausliehen.

Neben dem Gravieren und den eingeschlagenen Stempeln kommt in der Renaissance eine andere Verzierungsweise auf, welche in ihren Effekten den beiden genannten so ähnlich ist, daß oft nur eine sehr genaue Untersuchung darüber entscheiden kann, ob

man es mit der einen oder der anderen zu thun hat: die Ätzung. Dies auch heute noch allgemein angewandte Verfahren besteht darin, daß derjenige Teil des Metalls, welcher vertieft erscheinen soll — seien es nun die Striche des Ornamentes oder der Zeichnung, oder der Grund, aus welchem das Ornament „ausgespart“ hervortreten soll — der Einwirkung einer das Metall auflösenden Säure ausgesetzt wird, während diejenigen Teile, die hoch stehen bleiben sollen, eine Schutzdecke von „Ätzgrund“ erhalten, welche für die Säure unangreifbar ist. Der heute meist angewandte Ätzgrund besteht aus Asphalt mit einem Zusatz von Wachs und Terpentin. Er wird entweder so benutzt, daß die ganze Fläche mit ihm überzogen und nach dem Trocknen das Ornament in diesen Überzug bis auf den blanken Metallgrund eingeritzt wird, also dasselbe Verfahren, was im Kupfer-



1584. Eisenkassette mit Tauschierung.

stich dem sogenannten Radieren zu Grunde liegt. Im anderen Falle, namentlich dann, wenn der Grund vertieft und das Ornament hoch stehen gelassen werden soll, wird das letztere mit dem Pinsel aufgemalt. Selbstverständlich ist der Charakter des Ornamentes je nach dem einen oder dem anderen Verfahren ein augenfällig verschiedener.

Als eine Gravierung auf mechanischem Wege kann man das „Guillochieren“ bezeichnen. Es dient ausschließlich, um den Grund zu beleben, indem es ihn mit vertieften Strichen verschiedenster Art überzieht. Dieselben laufen, geradlinig oder geschwungen, parallel nebeneinander oder in zwei- und mehrfacher Überkreuzung; wie tausendfältig hierdurch die Variationen werden, ist aus der Anwendung des Guillochierverfahrens im Kupferstich bei den Geldscheinen bekannt. Seltener ist es, daß in das Liniengewirr kleine Flachornamente in regelmäßiger Verteilung verstreut werden. Aber auch dies bietet keine Schwierigkeiten; denn das ganze Verfahren beruht auf der mechanischen Handhabung eines im Prinzip dem „Storchschnabel“ ähnlichen Instruments, bei welchem ein Führungsstift auf einer Schablone entlang gleitet und seine Bewegung in beliebiger Verkleinerung

auf einen Grabstichel überträgt, welcher das entsprechende Muster in die Metallfläche schneidet. Die Guillochierung ist aus der Silberarbeit neuerdings durch die leichter herzustellende Mattierung fast ganz verdrängt worden. Ihrer schönsten und effektvollsten Anwendung begegnet man bei den goldenen Galanteriearbeiten des vorigen Jahrhunderts: Tabaksdosen, Bonbonnieren, Etuis, Uhrdeckeln und dergl., wo der guillochierte Goldgrund mit durchleuchtendem farbigen Email überzogen wird, welchem die verschieden spiegelnden Lichter der gravierten Linien ein reizvolles Leben verleihen.

Die zweite Gruppe von Oberflächenverzierungen des Metalles bedient sich der Auflage eines fremden Körpers, um die Muster zu bilden. Ist dieser Körper ein Metall, so spricht man von Tauschierung, ist es ein Glasfluß, von Emaillierung, dem sich als verwandte Technik die Niellierung mit einem aufgelegten Metalloxyd anfügt.

Die Tauschierung (tausia, a gemina) ist eigentlich eine Intarsia im Metall; sie wird in Gold auf Silbergrund, noch häufiger aber in Gold und Silber auf Eisen, Kupfer und Bronze ausgeführt. Sie ist eine uralte Technik, welche die griechischen Schriftsteller als Chrysographia erwähnen. Daß sie von den Römern als „barbaricum opus“ bezeichnet wird, spricht dafür, daß sie zur Römerzeit aus Asien eingeführt wurde, auf welchem Wege sie auch zu den Gold- und Waffenschmieden des Mittelalters und der Renaissance gelangte. Aber viel ältere Beispiele als aus griechischer und römischer Zeit belehren uns, daß diese Technik in ein sehr hohes Alter hinaufreicht. Wir besitzen aus der assyrischen und ägyptischen Kunst Bronzeplatten, welche mit Mustern in Silber ausgelegt sind. Auch die mykenischen Funde haben Dolchklingen mit dieser Verzierung zu Tage gefördert. Interessant ist aus dieser Periode besonders eine mit Bronzeplatten verzierte Klinge, welche mit einem metallischen Schmelz in dunkelglänzender Farbe überzogen sind. In diese sind ausgeschnittene Plättchen von verschieden gefärbtem Golde eingelegt, also eine vollkommen polychrome Metallverzierung, welcher durch Nachstechen der Innenkonture noch ein besonderes Leben verliehen ist. Nach Milchhöfers Vermutung dürfte der von Homer hervorgehobene polychrome Schmuck des Schildes des Achilleus auf diese Technik zurückzuführen sein. Zahlreich sind die in Pompeji gefundenen Bronzegeräte, welche in dieser Weise mit Silber verziert sind; besonders ist ein bronzener Doppelsessel (bisellium) im Museum von Neapel zu erwähnen, auf dessen Armlehnen bacchische Scenen in dieser Weise dargestellt sind.

Die neuere Kunst hat ihre mächtigsten Anregungen für die Metalltauschierung asiatischen Einflüssen zu verdanken; besonders waren es die Araber, welche in ihren zu allen Zeiten hochgeschätzten Waffenstücken die schönsten Urbilder für diese Technik verbreiteten. So ist es auch kein Zufall, daß in dem Lande Europas, welches am längsten unter dem Einfluß der Araber gestanden hat, in Spanien, diese Kunst zuerst wieder aufgeblüht ist. Für die heutige Wiederbelebung der Tauschierung waren in erster Linie die Arbeiten maßgebend, mit welchen der Madrider Künstler Zuluoga auf den Weltausstellungen in Paris und Wien auftrat. Sie stellen sich den schönsten alten Arbeiten ebenbürtig zur Seite und vervollkommnen die Technik noch dadurch, daß dem aufgelegten Edelmetall manchmal ein schwaches Relief und eine Belebung durch den Grabstichel gegeben wird. Vielleicht entstammt dies Motiv den japanischen Metall-Inkrustationen, welche an Vollendung diejenigen aller anderen Völker weit übertreffen. Auch in Japan scheint die Tauschierung seit ältester Zeit zu Hause gewesen zu sein. Die in Menge nach Europa ausgeführten Schwertstichblätter, aber auch Vasen und anderes Luxusgerät in Eisen zeigen in dieser Technik Darstellungen, die nach neueren Forschungen oft auf die berühmtesten Künstler zurückzuführen sind.

Die solideste Ausführung der Tauschierarbeit geht so vor sich, daß die Zeichnung mit dem Grabstichel in die zu verzierende Metallfläche eingegraben wird; in die entstandenen Vertiefungen wird das Gold oder Silber in Drähten und dünnen Blechausschnitten mit dem Punzen eingehämmert. Um ein nachträgliches Ausspringen ganz unmöglich zu machen, werden wohl die Ränder der eingeschnittenen Gruben unterarbeitet. Neben dieser Art der Ausführung geht aber noch eine leichtere Art einher, welche sich darauf beschränkt, die Goldauflage nur auf die Oberfläche aufzuhämmern. Zu diesem

Zweck wird das Grundmetall an seiner Oberfläche rauh gefeilt; indem das weichere Edelmetall beim Aufhämmern in die Rauhheiten eindringt, haftet es durch Adhäsion vollkommen fest. Übrigens muß bemerkt werden, daß bei modernen, selbst echt orientalischen Arbeiten die einfache Vergoldung und Versilberung in den charakteristischen Linienornamenten der Tauschierung nicht selten zum Ersatz dieser mühsameren Technik herhalten muß. Dem gegenüber ist ein Versuch nicht ohne Interesse, den Prof. Bauer in Schw. Gmünd gemacht hat, echte Tauschierung auf mechanischem Wege für bandartiges Ornament, wie es bei Armbändern, Serviettenringen, Kettengliedern u. dergl. Anwendung finden kann, herzustellen. Er konstruierte ein kleines Walzwerk, auf dessen einer Walze das herzustellende Ornament in Stahl hochgeschnitten war; indem er nun einen Eisen- oder Bronzestreifen mit einem aufgelegten Streifen von dünnem Silberblech durch diese Walzen durchführte, preßte sich das Silberblech da, wo es von den hochgeschnittenen Stellen der Façonwalze getroffen wurde, in das Unterlagsmetall ein; wurde der fertiggewalzte Streifen nun bis auf das Grundmetall abgefeilt, so blieb das Muster in Silber vollkommen klar in den Vertiefungen zurück. Praktische Verwendung hat diese Erfindung unseres Wissens nicht gefunden.

Die Emaillierkunst. Das Aufschmelzen farbiger Glasflüsse auf Metall spielt einerseits eine bedeutende Rolle in der Verzierung der aus Gold und Silber hergestellten Gegenstände — anderseits hat sie sich in einem ihrer Zweige zum Rang einer selbstständigen Kunst erhoben, die mit der Miniaturmalerei parallel geht. Dieser letztere Zweig, das „Maleremail“, das den Sammlern nach der Hauptstätte seiner Übung als „Limoges-Email“ bekannt ist, wird uns hier weniger zu beschäftigen haben. Dagegen müssen wir dem dekorativen Email in seiner verschiedenen Anwendung auf die Goldschmiedekunst einen etwas breiteren Raum widmen.

Um das Email zunächst in zwei Hauptgruppen zu zerlegen, unterscheidet man es nach der Art, wie es auf das Metall aufgebracht wird, in Grubenschmelz (Email champlevé) und Zellenschmelz (Email cloisonné). Beim ersteren werden in die Oberfläche des Metalls mit dem Grabstichel, dem Punzen, durch Ätzen oder auch durch den besonders in dieser Weise vorbereiteten Guß des Metallstückes die Vertiefungen eingearbeitet, welche die Schmelzmasse aufnehmen sollen. Beim Zellenschmelz werden auf der glatten Metalloberfläche durch hochkantig stehende Metallstreifen (manchmal auch durch Drähte), die für sich auf der Metallfläche festgelötet werden, kleine Abteilungen, „Zellen“ gebildet, die später mit der Emailmasse ausgefüllt werden. Bei manchen frühmittelalterlichen Emailarbeiten finden wir die Gruben der ersten Art in besonders großem Umfang ausgehoben. Um sie mit verschiedenfarbigen Glasflüssen füllen zu können, wurden nun innerhalb dieser Gruben wieder Fäden, wie beim Zellenschmelz, eingelötet, welche die einzelnen Farbflächen beim Schmelzen des Glasflusses hinderten, ineinander zu verlaufen. Diese Art führt in der Kunstgeschichte den Namen gemischtes Email (Email mixte).

Der Erscheinung nach sind manchmal die beiden genannten Hauptarten der Schmelzkunst schwer voneinander zu unterscheiden. Die ausgehobenen Gruben stehen nämlich bisweilen so nahe aneinander, daß das sie trennende Metall nur eine scharfe Rippe bildet, die nach der Ausfüllung mit Schmelzmasse, wie beim Zellenschmelz, nur als metallene Linie erscheint.

Grundsätzlich verschieden von diesem Verfahren, bei welchem das Metall, sei es als Grundfläche, sei es als trennender Kontur, in der Gesamterscheinung des fertigen Stücks eine wichtige Rolle spielt, ist diejenige Emaillierung, welche das Metall nur als Unterlage („Rezipient“) benutzt, die ganz mit Glasfluß überzogen wird. Diese Art wird zur eigentlichen Schmelzmalerei, wenn der Schmelzüberzug als Malgrund für die bildliche Darstellung dient, sei es hell auf dunklem (älteres Verfahren), sei es farbig auf weißem Grund (seit etwa 1700 angewendet). Aber auch in der eigentlichen Goldschmiedekunst wird häufig der ganze Gegenstand mit Schmelzfarbe überzogen; dies findet seine Anwendung namentlich bei dem Geschmeide der Renaissance, wie auch bei besonders kostbarem goldenen Kirchengeräte der gleichen Zeit.

Will man die großen Gruppen des Gruben- und Zellenschmelzes geographisch unterscheiden, so kann man im allgemeinen sagen, daß der Grubenschmelz die Technik des

Abendlandes war, während das Morgenland den Zellenschmelz bevorzugte. Wo letzterer in abendländischen Arbeiten vorkommt, kann man meistens byzantinischen Einfluß nachweisen.

Ehe wir jedoch auf die geschichtliche Entwickelung und Verbreitung der Schmelzkunst näher eingehen, wird es sich empfehlen, die technische Herstellung der Schmelzarbeit kurz zu beschreiben und hierbei auch einige, von den oben angeführten Hauptgruppen abweichende Arten des Emails zu berühren.



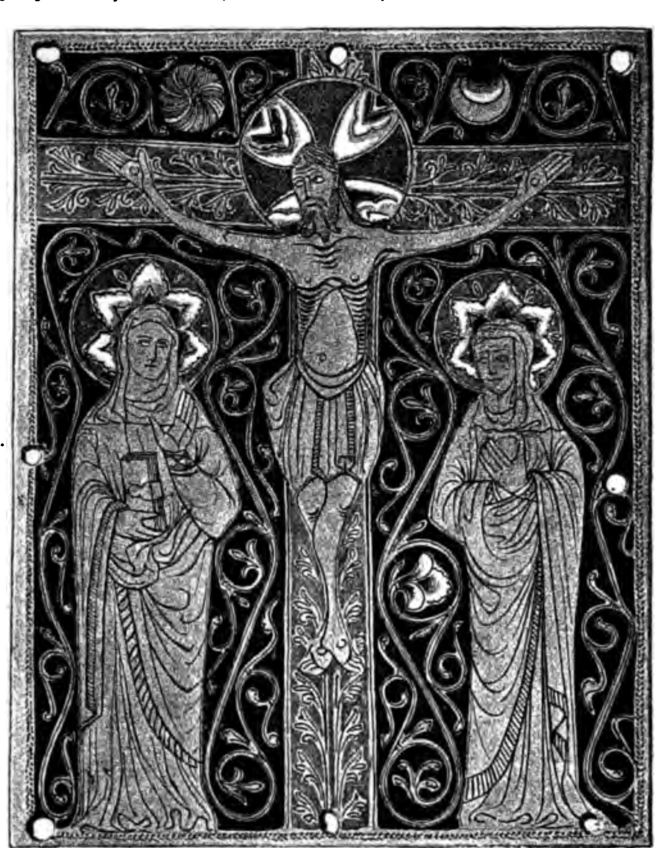
1585. Chinesische Vase in Cloisonné-Email.

Die Herrichtung des zur Emaillierung bestimmten Metallkörpers ist nach den oben genannten Hauptarten (Gruben- und Zellenschmelz) verschieden. Beim ersteren wird in eine Platte aus Bronze oder Kupfer, nachdem der Umriß der Zeichnung eingeritzt ist, diejenige Fläche, welche Schmelzfarbe aufnehmen soll, mit dem Grabstichel „ausgehoben“, d. h. um die Dicke der Emailschicht vertieft. Den Grund dieser Grube läßt man behufs besserer Haftung des Glasflusses rauh; bei fabrikmäßiger Herstellung von Grubenschmelzarbeiten (zu Manschettenknöpfen, kleinen Zierschalen u. dgl.) wird an Stelle des mühsamen Aushebens mit dem Grabstichel ein mechanisches Verfahren angewendet. Die Gruben werden entweder eingeätzt oder mit Stempeln eingeprägt, oder auch, wie oben erwähnt, bereits im Guß des Rezipienten vorgesehen, wobei dann allerdings noch eine Überarbeitung mit dem Punzen zu erfolgen hat. Auch die galvanische Ablagerung tritt nicht selten an Stelle des Gusses, da sie die Überarbeitung erspart und in dem chemisch reinen Kupfer der Ablagerung einen sehr guten Grund für die Schmelzfarben bietet. Soll der Grubenschmelz auf Goldblech ausgeführt werden, so wird wegen der Dünne dieses Materials die Grube nicht ausgehoben, sondern mit dem Satzpunzen auf der oben beschriebenen Kittunterlage eingesetzt.

Beim Zellenschmelz verfährt man noch heute nach den Vorschriften, welche um das Jahr 1000 n. Chr. ein hessischer Mönch, der sich Theophilus nennt, in einer Art technischen Lehrbuchs, der „Schedula diversarum artium“, gegeben hat. Auf dem Goldblech — denn nur auf solchem wurde in Byzanz und dem Abendlande der Zellenschmelz ausgeführt — wird die Zeichnung eingeritzt, wobei nicht nur die Außenkonture, sondern

auch die Führung sämtlicher die Innenkonture bildenden Zellen vorgesehen werden muß. Darauf werden aus Goldblech feine, etwa 1 mm breite Streifen geschnitten, aus welchen die einzelnen Zellen (cloisons) geformt werden sollen. Diese werden nun mit der Zange so gebogen, daß sie genau auf die Vorzeichnung passen, worauf sie vermittelst Tragantgummi an die ihnen bestimmte Stelle, genau auf die eingeritzte Zeichnung, aufgeklebt werden. Hierauf vorsichtig mit Lot betragen, werden sie vor der Lötflamme auf dem Untergrund festgelötet. Sind alle einzelnen Zellen, auch die stärkeren Außenkonture an ihrem Platz, so ist der Rezipient zur Aufnahme der Schmelzmasse fertig.

Unabhängig von Byzanz, welches man für die westlichen Kulturländer als die Heimat des Zellenschmelzes betrachten muß, wurde diese Technik schon zu sehr früher Zeit in China, später auch in Japan mit großer Meisterschaft geübt. Die Zahl der Cloisonné-Arbeiten, meist Ziervasen und Teller, aber auch große, als Tempelschmuck dienende Tiergestalten, die in den letzten Jahrzehnten aus Ostasien nach Europa gebracht wurden, ist enorm groß. Die aus China und Japan stammenden Zellenschmelze unterscheiden sich von den europäischen, abgesehen davon, daß sie fast nur pflanzliche und ornamentale Darstellungen aufweisen, hauptsächlich dadurch, daß sie nicht auf Edelmetall, sondern auf Bronze, Kupfer und Messing, ja selbst auf Porzellan ausgeführt werden, und daß zu den Zellen ebenfalls meist Unedelmetall verwendet wird. Über ihre Herstellung sind wir, namentlich durch das grundlegende Werk von Prof. Rein, genau unterrichtet; dieser berichtet u. a., daß die Ostasiaten die Drähte der Zellen nicht auf dem Grunde auflöten (was bei Porzellangrund ohnehin unmöglich wäre) und daß ihre Befestigung lediglich durch die in Fluß geratende Schmelzmasse bewirkt wird. Ist in der vorher beschriebenen Weise der Rezipient vorbereitet, so handelt es sich um die Ausfüllung der Zellen oder der Gruben mit der Emailfarbe. Diese ist ein pulverisiertes Glas von verschiedener Färbung, dessen Zubereitung mit Rücksicht auf seine Ausdehnung und Zusammenziehung beim Schmelzen und Erkalten, ferner auf die ihm eigentümliche Schmelzhitze die größte Vorsicht erfordert. Wenn es in ersterer Hinsicht nicht genau mit dem Ausdehnungskoeffizienten des Metalles, auf welchem es aufgeschmolzen wird, übereinstimmt, so erhält es Risse. Ebenso muß seine Schmelztemperatur immer etwas niedriger als die des Metalles sein; sie liegt meist bei 800° C.



1586. Champlevé-Email: Die Kreuzigung Christi.

Der Grundstoff, aus welchem dieses Glas besteht, heißt der **Glassatz**; er wird zunächst völlig farblos hergestellt, um später mit gewissen Metalloxyden gefärbt zu werden.

Diese Farblosigkeit des Glassatzes, die für die Reinheit und Leuchtkraft der fertigen Farben Vorbedingung ist, wird durch vorsichtigstes Ausscheiden auch der kleinsten Spuren färbender Metalloxyde in den Grundstoffen erreicht, aus welchen der Glassatz zusammengeschmolzen wird. Diese Grundstoffe sind Kieselsäure mit einem erdigen Alkali oder dem (farblosen) Oxyd eines schweren Metalles, unter Zusatz eines Flußmittels. Als Kieselsäure dient meist die Infusorienerde, als Alkalien entweder eine eigens zubereitete „Emaillier-Soda“ oder Kreide, als Metalloxyd Mennige oder Bleiweiß, als Flußmittel endlich der Borax.



1687. Limoges-Email-Rundschale.

Es sind dann kurz die Färbemittel dieses Glassatzes zu nennen, die dem Emailleur eine ziemlich reiche Palette an Glasfarben gewähren. Diese Farben sind zum Teil durchsichtig (translucide) und werden alsdann so verwendet, daß die darunter liegende blanke Metallfläche der Farbe einen besonderen Lüster verleiht, oder sie werden auf eine Unterlage von undurchsichtigem weißen Glase aufgetragen. Eine zweite Gruppe von Farben ist undurchsichtig (opak); sie entstehen durch Zusammenschmelzen der Farbstoffe mit weißem undurchsichtigem Glase, welches aus dem farblosen Glassatze durch Zusatz von Zinnsalz gewonnen wird. Ein halbdurchsichtiges Glas, dem sogenannten Milchglas entsprechend, findet ebenfalls in der Emailmalerei Verwendung, besonders um, auf rotgoldene Unterlage aufgetragen, einen außerordentlich zarten Fleischton zu erzielen.

Zur Gewinnung gelben Glases dienen verschiedene Antimonoxyde, Silberoxyd, Eisenoxyd und Uranoxyd.

Rot wird mit Eisenoxyd, Thonerde und verschiedenen Goldchloridverbindungen gefärbt.

Orangetöne entstehen, wie bei der Malerei, durch Mischungen von roten und gelben Glasflüssen.

Für grüne Gläser dient ein Zusatz von Kupferoxyd, Chromoxyd oder Eisenoxydul.

Blaue Farben nimmt das Glas durch Zusatz von Kobaltsalzen verschiedener Verbindungen an. Für Violett dient Manganoxyd, für Braun Eisenoxyd, für Schwarz Eisenoxydul in großen Mengen. Zwischenfarben werden wie bei der Malerei durch Mischung, so hier durch Zusammenschmelzen verschiedenfarbiger Gläser erzielt. In der Praxis wird es nur selten vorkommen, daß der Goldschmied die zum Emaillieren erforderlichen Glasfarben sich selbst herstellt, er bezieht sie meist fertig gemahlen unter Wasser oder mit Lavendelöl angerieben. Unter den verschiedenen Bezugsquellen erfreuen sich die Genfer Emailfarbenfabriken des größten Vertrauens.

Bei alten Gold- und Silberarbeiten, wie auch bei neuen, im Sinne der alten ausgeführten Arbeiten treten nun außer dem bereits erwähnten Zellen- und Grubenschmelz noch einige Gattungen von Schmelzarbeiten auf, welche wir kurz zu behandeln haben. So gehört der italienischen Frührenaissance der Farbenschmelz im Tiefschnitt (Email de basse-taille) an, dessen Erfindung von Vasari dem Giovanni Pisano zugeschrieben wird. Diese Technik stand während des 14. und 15. Jahrhunderts in Italien in großem Ansehen und vereint auch in der That die Farbenpracht der Schmelzmalerei mit der künstlerischen Ausführung des Reliefs. Hierbei wurde die Darstellung auf einer ziemlich starken Silberplatte unter die Fläche vertieft, in einem zwar schwach erhabenen, aber stark accentuierten Relief mit dem Grabstichel (seltener wohl mit dem Punzen) eingegraben. Dieses Relief wurde nun mit durchsichtigen Schmelzfarben überschmolzen, welche dadurch, daß sie in den Tiefen des Reliefs in stärkerer Schicht zusammenflossen, auf den erhöhten Teilen aber nur dünn auflagen, die Wirkung des Reliefs wesentlich verstärkten. Die italienischen Meister verstanden es hierbei, verschiedene Farben des Glasflusses so nebeneinander zu setzen, daß dieselben an den Grenzen nicht oder nur unwesentlich ineinander verflossen. Auch in den nördlichen Ländern fand diese schöne Technik bald Verbreitung, wie zahlreiche Reste in Museen und Kirchenschätzen beweisen; man erfand für dieselbe sogar eine billigere Herstellung, indem man dünne Silberplatten vermittelst Matrizen mit sich wiederholenden Verzierungen versah, um diese alsdann mit durchsichtigen Schmelzfarben in der oben geschilderten Weise zu überziehen.



1538. Russische Emailschale in Fensteremail.

Konnte diese Technik nur in gewissem Sinne zum „Grubenschmelz" gerechnet werden, so gehört demselben eine andere, für die deutsche Renaissance charakteristische unbedingt an. Die Nürnberger und Augsburger Goldschmiede des 17. Jahrhunderts pflegten den glatten Flächen ihrer Becher, Schmuckkästchen, Salzfässer und ähnlichem eine gefällige und leicht wirkende Verzierung zu geben, indem sie in die blanke Silberfläche Arabesken, meist geschlossene Kompositionen mit allerlei Rankenwerk, Tier- und Menschengestalten tief eingravierten und diese mit verschiedenfarbigem, durchsichtigem Schmelz ausfüllten. Der Effekt dieser in der blanken Silberfläche liegenden farbigen Zeichnung ist ein äußerst glücklicher.

Als halb-mythisch galt bis vor kurzem der Bericht über das sogenannte Fensteremail, den Cellini in seiner Lebensbeschreibung gibt. Beispiele dieser Technik aus alter

Zeit sind äußerst selten. Neuerdings haben an verschiedenen Orten angestellte Versuche zur Wiederbelebung dieser Technik geführt, deren Produkte jetzt von Rußland und Norwegen aus in den Handel gebracht werden. Dies sogenannte **Fensteremail** hat als Rezipienten ein aus starken Metallfäden hergestelltes Filigran ohne Unterlage, dessen offene Maschen mit durchsichtigen Glasflüssen ausgefüllt sind, so daß der Eindruck des Ganzen an ein in Bleirippen gefaßtes farbiges Glasfenster kleinsten Maßstabes erinnert. Die Art der Herstellung wird bis jetzt geheimgehalten, ist jedenfalls aber ziemlich umständlich, da der Preis dieser Gegenstände ein hoher ist.

Verwandt mit diesem „Fensteremail“ ist das **Drahtemail** auf fester Unterlage, welches die ungarische Kunstforschung als eine Spezialität ihres Landes in Anspruch nimmt, obwohl auch deutsche Städte, besonders Augsburg, zur Zeit der Renaissance dasselbe erzeugt haben. Es findet sich auf Bechern, Kästchen, Büchsen und ähnlichem als Auflage auf die blanke silberne Fläche angewandt; starkes Silberfiligran in Arabesken, Blumen u. a. bildet den Rahmen für verschiedenfarbige Emailfelder, so daß man es auch als Zellenschmelz bezeichnen kann, bei welchem aber nur die Ornamentflächen innerhalb der Zellen mit Email ausgefüllt sind, während der übrige Grund die blanke silberne, oft vergoldete Fläche des Kerns zeigt. Von dem eigentlichen Grubenschmelz unterscheidet es sich dadurch, daß die Gruben nicht bis zum Rande mit Schmelz ausgefüllt und also auch nicht abgeschliffen sind.



1589. Emaillierte Glasplatte des 16. Jahrh. mit einem Miniaturporträt. (Grünes Gewölbe in Dresden.)

Kurz zu erwähnen ist noch das auf Goldgrund in Krystall inkrustierte Email (Em. de plique en résille sur verre), das allerdings nur in vier oder fünf Beispielen vorkommt und vielleicht einen im Übermut des Könnens unternommenen Versuch eines einzelnen Meisters darstellt. In eine Krystallplatte (vielleicht auch in eine Platte eines sehr harten Glases) ist nach der Art des gewöhnlichen Krystallschliffes ein Grotesken-Muster eingeschliffen, das vertiefte Ornament mit Gold belegt und in dies Goldbett durchsichtiges Email eingeschmolzen. Nachdem nun das Krystall mit gekraustem Stanniol hinterlegt ist, entsteht ein äußerst reizender Effekt der goldkonturierten, vom blanken Goldgrund durchstrahlten Emailfarben auf dem gedämpften Stanniolgrund.

Auch die **Hinterglasmalerei**, die wegen ihrer sehr verwandten Effekte nicht selten mit dem Email verwechselt wird, dient häufig zur Belebung von Goldschmiedearbeiten, namentlich in farbigen Einsätzen, als Wappen, Rundbilder und ähnliches. Die sehr komplizierte Technik, die in verschiedenen voneinander abweichenden Arten ausgeführt wird, beruht im allgemeinen darauf, daß eine Miniaturmalerei hinter Glas, also umgekehrt, hellste Lichter und Kontur zuerst, ausgeführt und hierauf durch Hinterlegung mit Metall-

folie belebt wird. Vergoldung an der hinteren Glasfläche, in welche die Zeichnung einradiert wird, bietet dieser Technik noch weitere Bereicherung.

Endlich ist unter den zur Verzierung von Edelmetallarbeiten verwendeten Techniken noch das Niello zu nennen, welches auf Silberplatten ausgeführt und meist den Silber- oder Goldgeräten als Schmuckstück aufgesetzt wird. Doch werden auch ganze Silberarbeiten, wie Tabacksdosen, Knöpfe, Kettenglieder, Armbänder und ähnliches im Körper selbst damit verziert, besonders in Rußland, wo diese Arbeit nach ihrer Herkunft als Tula-Arbeit bezeichnet wird. Die Technik ist uralt und schon von Ägyptern, Griechen und Römern angewendet; im 15. Jahrhundert kam sie in Italien wieder sehr in Aufnahme und soll zur Erfindung des Kupferstichs geführt haben. Die Zeichnung wird nämlich genau wie beim Kupferstich mit dem Grabstichel in Strichmanier in den blanken Silbergrund eingraviert; indem der Künstler dann seine Zeichnung als Probe mit schwarzer Farbe einschwärzte und auf Papier abrieb, mag der Anstoß zur Erfindung des Kupferstichs gegeben worden sein. Die endgültige Ausfüllung der gravierten Zeichnung geschieht mit einer durch Zusammenschmelzen von Silber und Schwefel hergestellten schwarzen Masse (nigellum), welche, ähnlich wie Email, durch Feuer in Fluß gebracht, fest auf dem Silber haftet, so daß sie schließlich mit demselben abgeschliffen und poliert werden kann.

Eine besonders wichtige Rolle als Schmuckmittel der Gold- und Silberarbeit spielen die Naturprodukte, denen, teils wegen ihrer Seltenheit, teils wegen des Reizes ihrer natürlichen Erscheinung, von ältesten Zeiten her ein hoher Wert beigemessen wurde. Hier stehen in erster Linie die Edel- und Halbedelsteine und Perlen; nicht nur im Geschmeide wurde ihnen die erste Stelle angewiesen: ebenso wie zum Schmuck der menschlichen Gestalt, werden sie auch als besonders pracht- und wertvolle Verzierung des heiligen und profanen Gerätes herangezogen. Der gesteigerte Luxus begnügte sich aber nicht damit, Prunk- und Tafelgeräte, die Deckel heiliger Bücher und der Monstranzen mit ihnen zu besetzen: man lernte, aus Bergkrystall, Onyx, Nephrit, Achat und anderen edlen Steinsorten Gefäße schleifen und gab ihnen herrliche, ihrem Werte entsprechende Fassungen. Aber auch andere Naturprodukte reizten durch ihre Seltenheit oder Seltsamkeit die Gefäßbildner aller Zeiten: das Ei des Straußes, die Kokosnuß, das Horn des Rhinoceros, der Stoßzahn des Narwall und vor allem der für die Plastik so wundervoll geeignete Elefantenzahn, der Nautilus und die Perlmuschel, die Koralle und die Decke der Schildkröte: alle diese Dinge finden wir in der Edelschmiedekunst vielfach verwendet, am meisten zu jenen Zeiten, als ein schwach entwickelter Seeverkehr diese aus fernen, unbekannten Ländern stammenden Naturprodukte noch mit dem Zauber des Geheimnisvollen umkleidete.

Da die Edelsteine und der Schliff derselben in diesem Werke einer besonderen Behandlung vorbehalten sind, so können wir uns darauf beschränken, hier einige Angaben über die Fassung derselben beizufügen. Die Fassung der Edelsteine wird je nach ihrem Schliffe so ausgeführt, daß das Licht durch dieselben hindurchfällt, oder daß die Steine auf einer festen Grundlage aufruhen, die das Licht entweder absorbiert, oder zurückwirft. Im zweiten Falle ist dem Juwelier in der Behandlung dieser Unterlage ein Mittel gegeben, um die Erscheinung des Steines zu verschönern; man nennt dies die Aufbringung.

Mit durchfallendem Licht können nur diejenigen Steine gefaßt werden, die nicht nur an der Ober-, sondern auch an der Unterseite (der Kulasse) geschliffen sind. Die Fassung dieser, im sogenannten Brillantschliff geschnittenen Steine besteht in einem „Krönchen", einem Metallreif, der an der Oberseite mit kleinen Krappeln besetzt ist. Diese Krallen oder Krappeln werden gegen die „Rundiste", die Kante, an welcher der Oberteil und die Kulasse zusammenstoßen, festgedrückt und halten so den Stein in seiner Lage; da wo der so gefaßte Stein auf den Metallkörper des Schmuckstücks aufgesetzt wird, muß dieser natürlich ebenfalls durchbrochen sein.

Alle Steine, die unten flachgeschliffen sind, ebenso wie die fehlerhaften Steine werden in Kasten (châtons) gefaßt. Die Form dieser Kasten ist sehr verschieden. Im frühen Mittelalter pflegen sie sehr hoch zu sein, auf ihren Seiten wurden sie mit Filigran verziert und oft reich profiliert, nicht selten auch von kleinen Spitzen überragt, so daß sie selbständige Kunstwerke des Silberschmiedes darstellen. Auch die Renaissance liebt noch

ziemlich hohe, viereckige Kasten, deren Seiten sie häufig mit Email auslegt oder durch Gravierung und Filigran verziert. Die Kasten folgen namentlich in früherer Zeit der Form des Steines; später zieht man viereckige Kasten auch für runde Steine vor und füllt die Ecken mit Goldperlen oder kleinen Steinsplittern aus.

Der innere Boden des Kastens bietet dem Juwelier zu den Künsten der „Aufbringung“ Gelegenheit, die schon früher in so hoher Schätzung stand, daß Cellini in seinen „trattati“ ihr eingehende Behandlung widmet. Hier nur einige kurze Angaben: die Anwendung schwarzer Unterlage findet nur bei fleckigen oder sonst fehlerhaften Steinen statt, indem man den schwarzen Anstrich des Grundes an den Stellen wegläßt, wo sich die Flecken des Steines befinden. Sonst wird meist eine glänzende Metallfolie untergelegt, die, wie ein Spiegel wirkend, das einfallende Licht durch den Stein zurückwirft; hierbei hat man es in der Hand, durch entsprechende Färbung der Folien die natürliche schöne Farbe des Steines zu steigern oder Mängel der Färbung zu verdecken.



1640. Schale aus Bergkrystall in der Bayerischen Schatzkammer.

In dem vorangehenden kurzen Abriß über die Techniken des Edelschmiedes bot sich nur selten Gelegenheit, auf die geschichtliche Entwickelung dieses Zweiges der dekorativen Kunst einen Blick zu werfen. Es mag dies daher im folgenden in dem knappen Umfang, den die Anlage dieses Werkes gewährt, nachgeholt werden. Man wird dabei eine Trennung des Stoffes in Geschmeide und Gerät angezeigt finden, wobei unter ersterem diejenigen Erzeugnisse der Edelschmiedekunst verstanden sind, welche die Person des Menschen schmücken, während die zweite Gruppe alles das umfaßt, was in Wirklichkeit oder der Idee nach zum Gebrauch des Hauses und der Tafel, zu profanem und religiösem Dienste bestimmt ist.

Vorher aber müssen wir uns fragen, auf welche Dokumente wir unsere Kenntnisse dieser geschichtlichen Entwickelung aufbauen. Gehört auch das Edelmetall nicht zu denjenigen Schätzen, welche „Motten und Rost fressen“, so liegt doch gerade in seiner Kostbarkeit eine Gefahr für seine Dauer. Auf der einen Seite ist das Geschmeide so eng mit der Kleidermode verbunden, daß es seine Formenwandlungen nicht unabhängig von dieser ausführen kann; und so liegt die Gefahr nahe, daß Geschmeide, die „aus der Mode“ sind, weder weggeworfen noch pietätvoll aufbewahrt, sondern den kostbaren Steinen zuliebe umgefaßt, d. h. der nächsten Mode angepaßt werden. Gehen beim Geschmeide auf diese Weise vielfach die alten Formen verloren, so ist es bei dem Gold- und Silbergerät die Kostbarkeit des Materials, welche ihnen zum Verderben wird: ist es doch in Kriegsläuften der begehrteste Beuteteil — wird es doch in Notlagen dem Besitzer zum baren Gelde, nachdem man seine Form durch Einschmelzen zerstört und die Gold- und Silberbarren in die Münze geschickt hat.

Angesichts dieser Thatsachen muß es uns beinahe wunder nehmen, daß wir in den Museen und Sammlungen nicht unerheblichen Mengen von Schmuck und Gerät aus Edelmetall, namentlich aus den älteren Geschichtsperioden begegnen. Was uns hier an

Geschmeide erhalten ist, das verdanken wir fast alles der den meisten Zeiten und Völkern eigenen Sitte, Personen von Rang nach ihrem Tode mit allem ihnen zukommenden Schmuck und Prunk auszurüsten, um sie darin zu bestatten. Außerordentlich allgemein war diese Sitte bei den Ägyptern — entsprechend dem durchgeführten Totenkult ihrer Religion — und ihr verdanken wir die unzähligen Beispiele von Halsketten, Armbändern, Ohr- und Kopfgehängen, die unsere Museen füllen. Dank diesen Funden haben wir eine ziemlich genaue Kenntnis der Formen, die uns die stronggegliederte ägyptische Ornamentik, die Überfülle von Symbolen, heiligen Tierfiguren u. s. w. zeigt; ebenso wie der angewandten Techniken, unter welchen neben Goldbearbeitung die farbigen Glasflüsse und der Schmelz schon eine bedeutende Rolle spielen.

Daß die Griechen der heroischen Zeit von Goldschmuck einen reichlichen Gebrauch machten, wissen wir bereits aus den Homerischen Gesängen; doch würden wir von dem Aussehen dieses Geschmeides keine Vorstellung haben ohne die Ausgrabungen, welche Schliemann in Hissarlik und auf der Burg von Mykenä angestellt hat. Eine Fundgrube für die Edelmetallarbeiten der späteren griechischen Zeit bilden die griechischen Kolonien an der Nordküste des Schwarzen Meeres, auf den Halbinseln Krim und Taman. Hier, in dem alten Goldlande Kolchis, hatte sich im Anschluß an die bis in die mythische Zeit hinaufreichende Goldgewinnung auch eine künstlerische Verarbeitung des Edelmetalls entwickelt, deren bewunderungswürdigen Erzeugnisse jetzt den Schmuck der Petersburger Museen bilden.



1541. Goldenes Diadem, gefunden zu Mykenä.

Die Auffassung, daß wir in den Gräberfunden der antiken Welt überall den von den Lebenden getragenen Originalschmuck vor uns haben, begegnet angesichts der oft sehr leichten und flüchtigen Arbeit mancher dieser Überreste gerechtem Zweifel. Wahrscheinlich hat da, wo das Mitgeben von Schmuck bei den Bestattungen allgemeine Volkssitte war, wie in Ägypten, sich mit der Zeit eine eigene Industrie hierfür ausgebildet — nach modernem Begriff eine Art Quincaillerie, welche die Überlebenden der Notwendigkeit überhob, bedeutende Wertobjekte nutzlos zu vergraben. Da dieser Grabschmuck seine Formen aber sicher dem eigentlichen Schmuck der Lebenden entlehnte, so ist auch der erstere für uns von nicht geringerem Werte.

Auch der Boden Italiens hat manchen Schatz aus Edelmetall geborgen, den der Zufall oder die Schatzgräber-Findigkeit ans Tageslicht gefördert haben. Immerhin ist die Menge des heute noch Vorhandenen verschwindend klein, wenn man sie mit dem kolossalen Luxus der Kaiserzeit zusammenhält, von welchem die Schriftsteller berichten. Hier sind wir daher schon darauf angewiesen, unsere Kenntnis des Geschmeides aus den uns überkommenen Büsten und Gewand-Statuen zu ergänzen. An Gefäßen aus dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung hat eine Reihe größerer und kleinerer Funde uns schätzbares Material überliefert, in erster Linie der bekannte Fund von Hildesheim (1868), der sich jetzt im Berliner Antiquarium befindet, und der diesem an Wert nahestehende von Boscoreale (1895), den das Louvre-Museum besitzt. Die Zeit der Völkerwanderung, welche eine seßhafte Kunst nicht entwickeln konnte, wie auch die Periode der ältesten oströmischen Herrschaft verweist uns hinsichtlich der Goldarbeiten auf wenige Gräberfunde, deren hauptsächlichste sich auf einer vom Norden des Schwarzen Meeres bis

nach Spanien führenden Linie verfolgen lassen. Als wichtigste seien die von Nagy-Szent-Miklos im Banat, Petrossa in Rumänien und die reichen Goldschätze genannt, welche bei Guarrazar in Spanien als Zeugen von dem Königsschmuck der Westgoten ans Licht stiegen, ergänzt durch Funde in Frankreich, Oberitalien und den Alpenländern.

Wenn auch die Sitte, vornehme Personen mit allem Schmuck zu bestatten, durch das ganze Mittelalter bis in die neuere Zeit andauerte und durch dieselbe uns viele Kleinodien der genannten Zeiten im Original erhalten wurden, so tritt mit der größeren historischen Nähe jetzt eine Fülle anderen dokumentarischen Materials hinzu, besonders die Porträts in Plastik und Malerei und die in großer Menge vorhandenen fürstlichen Inventare. An Geräten und Gefäßen aber ist aus dem ganzen Mittelalter und den späteren Zeiten uns eine solche Menge in Originalen überliefert, daß wir auf den in Kirchenschätzen, Museen und im Privatbesitz befindlichen Beispielen eine ziemlich eingehende Kenntnis der Form- und Stilwandlungen der Gold- und Silberarbeiten aufzubauen imstande sind.



1542. Goldblech zum Frauenschmuck, gefunden zu Mykenä.

Wenn wir uns von dem Geschmeide der antiken, griechisch-römischen Welt ein allgemeines Bild machen wollen, so werden wir uns seine Wirkung vorstellen müssen als in dem Reiz des künstlerisch verarbeiteten Goldes beruhend. Der Wert der künstlerisch durchgebildeten Form, also das plastische Element überwiegt hier noch durchaus die mehr auf malerischem Gebiet liegende Wirkung der Farbe — sowohl die Edelsteine wie der farbige Schmelz spielen beim antiken Schmuck nur eine untergeordnete Rolle. Ein weiteres Merkmal für das Vorwiegen des plastischen Gedankens ist die Anpassung des Schmuckes an die Gestalt des Trägers, die wir in keiner späteren Periode in diesem Maße ausgebildet finden. Nicht nur, daß wir die Formen des Geschmeides, besonders des Kopfschmuckes, immer mit der erkennbaren Absicht gewählt finden, sich der Silhouette des Körpers einzufügen, denjenigen Körperteil, der geschmückt wird, zwar hervorzuheben, aber nicht umzugestalten — so ist auch die Gestaltung der Schmuckstücke im einzelnen so klein detailliert, daß die vielen beweglichen Einzelheiten desselben sich von selbst den Körperformen, auf welchen sie aufliegen, in natürlicher Weise anschmiegen können. Das beste Beispiel hierfür sind die Halsketten. Aus einem Netzwerk feiner Kettchen bestehend, die von einer gemeinschaftlichen Ringkette ausgehen, und in fransenartigen Kettchen mit kleinen Anhängern endigend, sind dieselben wunderbar geeignet, den plastischen Bewegungen der Frauenbüste zu folgen. Aber mehr noch als die Büste, ist der Kopf der Gegenstand des Schmuckes. Hierfür haben die oben erwähnten Fundstücke aus der Krim und andere, in Griechenland selbst ausgegrabene eine erstaunliche Mannigfaltigkeit der Motive ergeben. Das Diadem, das in seiner einfachsten Form aus dem glatten und schmalen Stirnreif besteht, zeigt diesen Reif häufig verdoppelt, auf seiner Fläche mit Ornament besetzt, in der Mitte mit einem kleinen Aufsatz bekrönt, oder auch wesentlich verbreitert zu der bekannten Kelchform, die heute noch im Schmuck der südrussischen Bäuerinnen erhalten ist. Hier gibt die breite Fläche dann Gelegenheit zu getriebenem figuralen Schmuck. Durch Behängen mit einer Reihe herabhängender „Bommeln“ gewinnt das Diadem ebenfalls

an Leben und geht so zu der nicht minder beliebten Form des Kranzes über. Der im Altertum so verbreiteten Sitte entsprechend, bei festlichen Anlässen jeder Art die Stirn zu bekränzen, spielt der Kranz aus Edelmetall, oft in ganz kolossalen Dimensionen, unter den Gräberfunden eine bedeutende Rolle.

Nicht selten verbindet sich der Stirnreif mit dem Hängeschmuck, der bis zu 20 cm lang, seitwärts an den Schläfen herabfallend, das Gesicht beiderseitig einrahmt, oder bei kleineren Abmessungen zum Ohrgehänge zusammenschrumpft. Gerade in diesem Gehänge findet die Phantasie der griechischen Goldschmiede ihren freiesten Spielraum; eine Häufung kleiner Motive, oft sogar mythologischen oder sonst erzählenden Inhalts zeichnet ihn aus. Doch kommen auch einfachere Bildungen, unseren Ohrringen entsprechend, vor: einfache Ringe, am unteren Teil verdickt und mit Filigran verziert und etwa mit einer Knospe, einer fliegenden Taube und dergl. behängt.

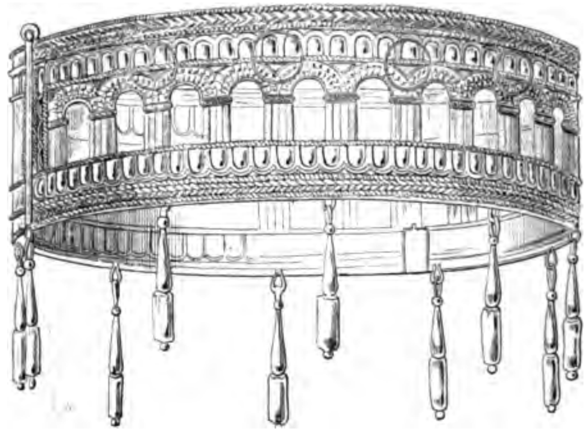
Die bereits erwähnte **Halskette** kommt auch in einfacherer, aus einzelnen Gliedern oder Goldperlen gebildeter Form vor und dient häufig zum Tragen einer „Bulla“, eines Amuletts oder dergl. In der oben beschriebenen, mit anhängenden Kettenguirlanden versehenen Form erweitert sie sich oft zu einem Brustschmuck, der die ganze Brust netzartig bedeckt. Ähnliche Bildungen wie die Halskette zeigt der am Unterarm getragene **Armring**; doch begegnet man auch den heutigen Armbändern ähnlichen Formen, die aus gebogenen, mit Filigran verzierten Blechplatten mit Scharnieren bestehen. Gehört dieses Armband vorwiegend dem Frauenschmuck an, so wird der Oberarmring, eine elastische Spirale, oft in Schlangenform, von beiden Geschlechtern getragen; ja er scheint bei den Römern eine Art militärischer Abzeichen dargestellt zu haben. Daß auch die **Nadeln** an ihrem Knopf Gelegenheit zu den mannigfachsten Verzierungen gaben, versteht sich beim Schmuckbedürfnis der antiken Welt von selbst; die reichste Ausbildung erfährt die Gewandnadel, die fibula, oft unserer Brosche entsprechend. Filigran, Email, oft auch, zumal bei den Etruskern, ruhende Tierfiguren bilden ihren Schmuck.



1548. Griechisches Kopfgehänge aus der Eremitage. Nach „Kunsthandwerk“.

Die Geschmeide des frühesten Mittelalters (bis etwa zum 12. Jahrhundert) zeigen einen besonderen Charakter von gewissen gemeinschaftlichen Zügen. Der hervorstechendste derselben ist der Schmuck von roten Steinen (Almandinen) oder deren Nachahmung durch Glasfluß in einer Anwendung, die lange als „Email“ gegolten hat: sie sind nämlich dicht aneinander in gewissen Figuren zwischen Halter von Gold eingepaßt, die als die Rippen von Zellenschmelz aufgefaßt werden könnten. Ferner begegnet man nicht selten der Anwendung von Silber- und Goldtauschierung auf Bronze oder Silber, sowie einer Ornamentik, die auch in den ältesten „irischen“ Manuskript-Verzierungen wiederkehrt und auf der phantastischen Verschlingung von Schlangen- und Drachenleibern zu eigentümlichen Knoten beruht. Es muß dahingestellt bleiben, ob man, wie Linas, Hempel u. a. Forscher wollen, das Recht hat, hieraus einen eigenen „Völkerwanderungsstil“ herzuleiten, oder ob diese Arbeiten aus Byzanz stammen, wo sie ganz wohl als Exportartikel mit Anlehnung an den Geschmack der nordischen Barbarenvölker fabriziert sein können. Ziemlich zahlreich sind die Gräberfunde dieser Art; sie bestehen aus reichgeschmückten Fibuln und besonders aus zahlreichen Applikationsstücken, die bestimmt waren, auf den

Stoff der Gewandung aufgenäht zu werden. Hierhin gehören die Fundstücke aus dem Grab des Childerich († 481), bei Tournai gefunden, und vor allem die westgotischen Kronen aus dem Fund von Guarrazar bei Toledo, die sich gegenwärtig im Cluny-Museum befinden. Auch die nordischen Museen (Kopenhagen u. s. w.) sind reich an Schmuckstücken dieser Zeit. Im allgemeinen darf man das Schmuckbedürfnis derselben als ein sehr lebhaftes betrachten. Von der kolossalen Prachtentfaltung am oströmischen Hof haben wir in den Werken der gleichzeitigen höfischen Geschichtschreiber unwiderlegliche Beweise. Aber auch die Stämme der Völkerwanderung, welche mit der byzantinischen und der weströmischen Kultur generationenlang in Berührung traten, namentlich die Ostgoten und Langobarden nahmen sehr bald das Luxusbedürfnis dieser Reste des antik-römischen Lebens an, während Westgoten und Franken sich weniger empfänglich dafür zeigten. Vom 12. Jahrhundert an datiert dann mit der Entwickelung des Städtelebens und dem Aufblühen des Gewerbes bei den germanischen Völkern eine selbständige Entfaltung der Schmuck- und Edelmetallindustrie, die allerdings in ihren Anfängen durch die lebhaften Beziehungen des Ottonischen Königshauses zu Byzanz sich noch stark von diesem Kultur-Zentrum beeinflußt zeigt, während im späteren Mittelalter die Kreuzzüge dafür sorgten, daß die abendländische Kunstindustrie noch fortgesetzt Anregungen von Osten her empfing.



1544. Westgotische Votivkrone aus dem Schatz von Guarrazar in Spanien (jetzt im Museum Cluny zu Paris).

Überblicken wir die Gesamtheit des mittelalterlichen Geschmeides, so zerlegt sich uns dasselbe in zwei große Gruppen: den als selbständige Schmuckstücke auftretenden Ringschmuck, und diejenigen Stücke, welche zum Anheften an das Kostüm dienen. Zu der ersteren Gruppe gehören die Arm- und Halsringe, die Ketten und Gürtel, Kronen und Fingerringe; zur letzteren eine mit dem Kostüm mannigfach wechselnde Menge kleinerer Bildungen, die als Knöpfe, Agraffen, Broschen, „Fürspan“, Mantelschließen, Gürtel- und Kleiderbesätze darin einen übereinstimmenden Zug tragen, daß sie vorwiegend von zentraler Bildung sind.

Die Oberarmringe sind, wie zu altrömischer Zeit, ein Abzeichen des Kriegers der Völkerwanderung; sie sowohl, wie die eng um den Hals getragenen Halsringe sind meist schmucklose Metallspiralen, häufig in sich noch schraubenartig gedreht. Daneben findet sich die um den Hals getragene Gliederkette, die manchmal mit römischen Münzen behängt wird. Im späteren Mittelalter tritt die Halskette als Schmuck des männlichen Kostüms zurück, um dann im 15. Jahrhundert als Ordens- oder Gnadenkette wieder aufzuleben. Die Frauenhalsketten des Mittelalters halten sich in bescheidenen Formen und dienen wohl meist nur zur Aufnahme eines Kreuzes oder Amuletts. Dagegen spielt der Gürtel in der ritterlichen Tracht des Mittelalters eine bedeutende Rolle; neben dem breiten Lederriemen, der mit den oben erwähnten Knöpfen — oft in reichster Bildung, mit zentral gebildetem großen Schlußstück besetzt wird, begegnen uns auch Metallgürtel, teils in Drahtgeflecht, teils aus scharnierartig verbundenen, aufrecht nebeneinander stehenden Metallcylindern, am häufigsten aber aus ornamentierten viereckigen Metallplatten bestehend, die durch Scharniere verbunden sind.

Armbänder und Ohrringe sind dem Mittelalter fast fremd; den Grund hierfür haben wir in der Tracht zu suchen, die durch die bis auf die Hand herabgehenden Ärmel und durch die über die Ohren gelegten Haarflechten beide Schmuckstücke entbehrlich machte.

Von den oben erwähnten zentral gebildeten Einzelschmuckstücken ist der „Fürspan" das verbreitetste. Er wird, ähnlich wie die Brosche unseres Frauenkostüms, auf der Mitte der Brust befestigt, ohne in früherer Zeit noch dem Zweck des Mantelverschlusses zu dienen. Der Mantel wurde vielmehr auf der linken Schulter geschlossen, wozu ein besonderes, als Krampe und Öse gebildetes Schmuckstück, die Tasseln dienten. Auch dem geistlichen Kostüm des späteren Mittelalters gehört der Fürspan an, vielleicht in Erinnerung an den Brustschmuck des Hohenpriesters, und ist dann meist durch die zu seinem Schmuck verwandten religiösen Motive kenntlich. Im übrigen sind die Motive, die zum Schmuck des Fürspans dienen, überaus mannigfaltig. Filigran, Email, antike Gemmen, Heiligenfiguren u. a., häufig in die gotische Form des Vier- und Sechspasses eingefügt, finden sich vielfach. Mit Adlern sind zwei besonders schöne, in Mainz gefundene Stücke aus dem 10. und 13. Jahrhundert geziert. Ähnlich in der Bildung, nur meist einfacher sind die broschenartigen Knöpfe, welche der gewappnete Ritter auf dem über den Harnisch gezogenen Lendner auf beiden Seiten der Brust trug; sie dienten als Befestigungsstellen für die Ketten, an welchen Schwert und Dolch getragen wurden; auf alten Grabsteinen finden sie sich häufig dargestellt. Erst im späteren Mittelalter, als der Mantel auf der Brust geschlossen wurde, dient der Fürspan zum Verschlusse besonders auch beim Priestergewand (Levitenmantel), wo wir ihm als Pluvialschließe oder Monile in besonders reichen, oft übertrieben großen Bildungen begegnen.



1545. Pluvialschließe mit Darstellung der Verkündigung. (Frühere Sammlung des Freiherrn Karl von Rothschild in Frankfurt a. M.)

Bei kleineren Schmuckstücken von zentraler Gestalt ist es oft unmöglich zu bestimmen, ob sie als Broschen, als Besatzstücke von Kleidern und Ledergürteln, oder endlich als Anhänger an Ketten und Kopfbedeckungen (Batzeln) zu betrachten sind.

Gegenüber dem Geschmeide des Mittelalters zeigt dasjenige der Renaissance und der späteren Jahrhunderte einen überaus lebhaften Aufschwung, der mit der Verallgemeinerung des Kunstinteresses und dem gesteigerten Luxus dieser Geschichtsperiode, nicht zum mindesten auch mit den Entdeckungen ferner, an Gold und Edelsteinen reicher Länder zusammenhängt. Eine besonders charakteristische Erscheinung des neuen Sinnes auf diesem Gebiet ist der Anteil, den bedeutende Künstler an der Anfertigung des Schmuckes nehmen. Nicht nur, daß die bedeutendsten Bildhauer und Architekten der italienischen Renaissance ihre künstlerische Karriere als Goldschmiede und Juweliere begonnen haben: auch der große Holbein hat Entwürfe für Geschmeide gezeichnet, und die deutschen „Kleinmeister", nach deren Stichen die Goldschmiede der Zeit arbeiteten, waren meist Schüler von Dürer und sind als tüchtige Maler in der Kunstgeschichte bekannt. War schon im Mittelalter die Verwendung des Schmuckes am höfischen Gewand der Ritter und Frauen eine ausgedehnte, so steigert sie sich im 16. und 17. Jahrhundert fast ins ungemessene. Namentlich ist es neben dem zum Besatz der Kleider und Borten verwendeten knopfartigen

Geschmeide der **Kettenschmuck** der weiblichen Kleidung, der der Trägerin nicht selten zu einer schweren Last werden mußte. In der verschiedenartigsten Bildung nebeneinander, neben der aus Draht geflochtenen Panzerkette die Perlenschnur, die aus gegossenen und emaillierten Gliedern mit Unterbrechung von geschliffenen Steinen zusammengefügte Gliederkette umschlingen Hals und Nacken der Trägerin und fallen als reiches Geschnüre, mit Münzen und Batzeln behängt, tief auf die Taille herunter. Der **Gürtel** folgt in ähnlich reichen Bildungen und trägt, unter der Kleidfalte mit einem reichen Schloß zusammengehalten, am herunterfallenden Ende oft noch eine kugel- oder birnenförmige **Bisamkugel**, ein durchbrochenes, prächtig mit Email, Steinen und Perlen geziertes Schmuckstück.

Am deutlichsten zeigt uns den Gegensatz des Renaissance-Geschmeides zu dem des Mittelalters der aus dem Fürspan sich entwickelnde **Anhänger** oder **„Batzel"**, der es auch in der Häufigkeit des Vorkommens mit jenem aufnimmt. Statt der zentralen Gestaltung, die nur noch bei den der italienischen Frührenaissance entstammenden Anhängern beibehalten wird, nimmt derjenige der Renaissance eine entschieden hängende Bildung in Herz-, Rauten- oder Birnenform an; meist wird noch durch eine unten angefügte Perle diese hängende Tendenz hervorgehoben. Fast ausnahmslos gruppiert sich die Komposition um eine bedeutende Mitte, sei dieselbe nun eine Monstreperle, eine geschnittene Kamee oder, was am häufigsten ist, eine figurale Darstellung in Flach- oder Hochrelief aus Gold getrieben und emailliert. Biblische Geschichten, die Verkündigung Mariä, noch öfter aber Darstellungen aus der fröhlichen heidnischen Mythologie bilden den Gegenstand dieser erzählenden Mittelstücke, die sich selten, wie die Heiligenfiguren der mittelalterlichen Pluvialschließe, in eine Architektur eingerahmt, vielmehr frei ornamental in die Ranken und Rahmen der der Renaissance eigentümlichen Schild- und Kartuschenformen eingeschlossen finden.

Will man, abgesehen von diesen für den Stil bezeichnenden Ornamentformen, den charakteristischen Unterschied des Renaissance-Geschmeides gegenüber den mittelalterlichen feststellen, so besteht er in einer feineren, mehr künstlerischen Durchbildung des Gegenstandes, in reichlicher Verwendung figürlicher Darstellungen und vor allem in einer hervorstechenden Lust an der Farbe. Die Emaillierung der oft miniaturartigen Goldfigürchen, der Blätter und Ranken des Hintergrundes, und eine reichliche Verwendung von Farbsteinen und Perlen geben dem Renaissanceschmuck eine völlig neue und selbständige Erscheinung. Der Diamant, den man noch nicht als Brillant zu schleifen versteht, spielt dabei noch eine untergeordnete Rolle — erst in der folgenden Periode ist es ihm vorbehalten, die führende Stelle im Geschmeide einzunehmen und demselben damit einen völlig anderen Charakter aufzuprägen.

Man kann diese Wendung, das Auftreten der eigentlichen **Juwelierarbeit** datieren von der in den Anfang des 17. Jahrhunderts fallenden Entdeckung der Diamantlager von Golconda, der dann bald, zwischen 1640 und 1650 die Ausbildung des Brillantschliffs durch holländische Steinschleifer folgte, zu welcher Kardinal Mazarin, Ludwigs XIV. kunstsinniger Minister, die Anregung gab. So sehen wir denn auch von jetzt ab die Kunst des Juweliers in voller Abhängigkeit von der **französischen Mode**, die von da ab bis in unsere Tage die Welt beherrscht. Die Frauenmode gab auch die Stellen an, an welchen sich das Geschmeide entfalten durfte: Statt des schweren Kettenschmuckes der Renaissance wird der Anhänger aus Steinen, der das Hauptstück bildet, an leichten Ketten oder an Sammetbändern um den Hals getragen. An Stelle des die Taille bedeckenden Kettengehänges tritt der **Korsage-Einsatz**, ein der Linie der Taille folgendes, aus beweglichen Gliedern aneinandergefügtes Einsatzstück von Brillanten, die in Form von Ranken und Schleifen den Raum vom Kleidausschnitt bis zum Gürtel bedecken. Einzelstücke in Form von Schleifen, Bouquets und ähnlichen werden an den Ausschnitt und auf die Achsel geheftet, selbst der aufgenommene Überrock, das „Panier" wird mit Diamantschmuck gehalten und besteckt. Endlich findet dasselbe in der Form von „Aigrettes" seinen Platz in der hochaufgetürmten Frisur, die dazu noch mit Diamanten oder Perlenschnüren durchzogen wird.

Die Form und Fassung dieser Schmuckstücke verläßt sehr bald völlig die von der Renaissance überlieferten Formen: kaum daß ein Anhänger sich noch in der Silhouette

derselben bewegt. Der Brillant fordert eben eine ganz andere Behandlung: die Fassung muß völlig zurücktreten; um den Glanz des Steines zu erhöhen, wird sie oft in Silber ausgeführt. Wo Gold verwendet wird, dämpft man seinen Glanz durch schwarze und weiße Emaille. Die Kunst des Juweliers hat nur ein Ziel: die Schönheit des Steines durch eine mehr offene, freie Zusammenfügung zur Geltung zu bringen. Neben dem Brillanten führen die Farbsteine nur ein geduldetes Dasein; im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts verschwinden sie fast ganz.

Nimmt der Frauenschmuck als Anhänger, Brosche, Aigrette u. s. w. den Hauptteil für sich in Anspruch, so weist auch das Kostüm der Männer in Brillantknöpfen, Hutagraffen und Schuhschnallen reichliche Verwendung der Diamanten auf. Daneben bildet aber diese Zeit auch das nur nebensächlich zur Toilette gehörige Schmuckwerk: Fächergriffe, Tabatieren, Uhren und Chatelainen, Degen- und Stockgriffe u. s. w. zu köstlichen Schmuckstücken aus. Die Verwendung vielfarbigen Goldes, Edelstein- und Perlen-



1546 bis 1548. Drei Anhänger (16. bis 18. Jahrhundert).
(Früherer Schatz des Freiherrn Karl von Rothschild.)

besatz und vor allem die Emaillierkunst in ihrer raffiniertesten Verwendung feiert an diesen Kleinkunstwerken ihre höchsten Triumphe.

War das Gold das bevorzugte Material für das Geschmeide, so tritt bei der Gefäß- und Gerätbildnerei aus Edelmetall das Silber in den Vordergrund. Massiv goldene Gefäße, auch wenn uns von denselben vielfach berichtet wird und unsere Museen und Kirchenschätze deren aus den verschiedensten Perioden aufweisen, gehören im allgemeinen zu den Ausnahmen.

Am meisten scheinen die Völker des Orients sich in frühester Zeit des Goldes zur Gefäßbildnerei bedient zu haben. Wenn wir auch in Ermangelung von erhaltenen Originalen nicht entscheiden können, ob die ägyptischen Prunkgefäße, welche uns in den Wandbildern der Tempel und Grabkammern in Abbildungen überliefert sind, nicht ebensowohl von vergoldetem Silber oder Erz gefertigt gewesen sein können — was bei ihrer im allgemeinen einfachen Form eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich hat — so wissen wir doch aus den Vorschriften für die jüdischen Ritualgeräte, die uns im 2. Buch Moses überliefert sind, daß wenigstens die Opfergeräte: Schüsseln, Schalen, Kannen und Becher zum Spenden von massivem Feingold sein sollten. Andere Tempelgeräte, wie die Bundeslade, der Gnadenstuhl u. s. w., scheinen in der Weise der vorderasiatischen Kunst aus einem Holzkern mit einem Überzug von aufgehämmertem Goldblech bestanden zu haben.

Von den Edelmetallgeräten der **Griechen** wissen wir ebenfalls nur aus litterarischen Zeugnissen, die uns überall eine starke Einwirkung der phönikischen, später der persischen Industrie erkennen lassen. Eine größere Menge von Edelmetallgefäßen hat Griechenland jedenfalls zuerst durch die Perserbeute kennen gelernt; in den folgenden Jahrhunderten wird von kostbaren Weihgeschenken berichtet, welche die Herrscher der Barbaren in die griechischen Nationalheiligtümer stifteten. Daß sich hieran aber auch eine nationalgriechische Edelmetallkunst von hohem Kunstwert angeschlossen hat, erfahren wir aus den römischen Geschichtschreibern, namentlich aus Plinius d. J. und Martial. Die Meisternamen, welche sie uns überliefert haben, Mentor, Mys, Akragas, Stratonikos, Antipater und viele andere, genossen noch zur Kaiserzeit eines so hohen Künstlerruhmes, daß ihre Werke von Sammlern mit Preisen bezahlt wurden, gegen welche die Liebhaberpreise heutiger Auktionen verblassen müssen. Die Verzierungen dieser Gefäße waren wohl größtenteils in getriebener Arbeit ausgeführt — nicht selten lagen ihnen Gemälde und Kompositionen bekannter Maler zu Grunde.



1649. Gefäße aus dem Hildesheimer Silberfunde.

Abgesehen von diesen Arbeiten höheren Kunstwertes muß in den beiden letzten Jahrhunderten vor Christus silbernes Gebrauchsgeschirr bei den Griechen, besonders auf den Inseln und in den unteritalischen Kolonien ungemein verbreitet gewesen sein, wofür, neben den Berichten über die Höfe der Diadochen u. a. die Erwähnung der Beute, welche Verres in Sizilien gemacht hat, in den bekannten Anklagereden Ciceros den Beweis liefert.

Auf dem italischen Festlande waren es die Etrusker, welche die Kunst der Edelmetallarbeit, vielleicht unter phönikischem Einfluß, schon zu einer Zeit betrieben, als man in Rom von dieser Luxusindustrie noch wenig wußte. Noch im 3. Jahrhundert v. Chr. galt der Besitz von Silbergerät als bedenklicher Luxus. Erst die Eroberungskriege, namentlich die Erschließung der spanischen Silberbergwerke nach den Punischen Kriegen, führten in Rom ein größeres Luxusbedürfnis herbei, welches dann allerdings in den Zeiten der Republik eine solche Ausdehnung gewonnen hatte, daß nicht nur schönverziertes

Tafelgerät zur notwendigen Ausstattung jedes besseren Hauses gehörte, sondern daß auch das Küchengerät, ja selbst Badewannen häufig aus Silber gefertigt wurden. Von der Allgemeinheit dieses Luxus in der ersten Kaiserzeit gibt Plinius ein Bild in der Aufzählung der durch denselben in Nahrung gesetzten Professionen: da gab es negotiatores argentarii vascularii (Niederlagen von Silbergerät), für welche die Modelleure (figuratores), Gießer (flatuarii, fusores), Dreher und Polierer (tritores), Ciseleure (caelatores) und Vergolder (deauratores) arbeiteten.



1550. Silbergefäße aus dem Funde von Boscoreale bei Pompeji.

In der größten Mehrzahl waren diese Prunk- und Gebrauchsgeräte Blecharbeit mit getriebenen Verzierungen, Henkel und Füße in Guß hergestellt, wie aus den uns überkommenen Stücken klar hervorgeht. Vergoldung, als Ziervergoldung zum Ausputz einzelner Teile und zum Schutz der Innenflächen war sehr allgemein; um bei getriebenen Arbeiten das Innere sauber halten zu können, war oft ein glatter Kern eingelötet („verbödet“). Zum gleichen Zweck wurde aber auch häufig das ganze Gefäß aus glattem Blech hergestellt und die Reliefornamentik des Äußeren, in einzelnen Stücken getrieben oder gegossen, der Außenfläche aufgesetzt und entweder aufgelötet oder genietet. Die Arbeiter, die diese „crustae“ verfertigten, hießen crustarii.

Von den verhältnismäßig wenig zahlreichen Originalstücken, welche im Laufe der Jahrhunderte im Boden Italiens und der von den Römern zur Zeit ihrer Weltherrschaft besetzten Länder gefunden wurden, ist leider vieles durch Unverstand und Habsucht zerstört und eingeschmolzen worden. Pompeji, Herculaneum und Rom haben etwas über 100 Stück ergeben; ein bedeutender Fund wurde 1830 zu Bernay in der Normandie gemacht. Die beiden bedeutendsten Funde aber sind der von Hildesheim (1868), der sich im Königlichen Museum zu Berlin befindet, und derjenige von Boscoreale unweit Pompeji, den das Louvremuseum besitzt. Der erstere, der zum erstenmal der Nachwelt die Vorstellung von dem Tafelgerät eines vornehmen Römers der ersten Kaiserzeit gab, enthält 74 verschiedene Stücke, deren größtes ein mit dem wundervollsten Ornament geschmückter ca. $^1/_2$ m hoher Mischkessel, deren reichstes und künstlerisch wertvollstes aber eine Schale mit dem in Hochrelief getriebenen Bilde einer Minerva ist. Daneben zeichnen sich eine Anzahl von Henkelbechern

durch ihre elegante Silhouette und die Delikatesse und Mannigfaltigkeit der zu ihrem Schmuck verwendeten Darstellungen aus. Die Hildesheimer Silberarbeiten sind durch gute Reproduktionen so allgemein bekannt geworden, daß hier von einer näheren Beschreibung derselben abgesehen werden kann.

Der Fund von Boscoreale (1895), der ebenfalls dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung angehört, wird als das Tafel- und Gebrauchsgerät eines wohlhabenden Privatmannes angesehen, der gleichzeitig Sammler gewesen sein dürfte, wie der sehr verschiedene Grad der Abnutzung an den einzelnen Gegenständen vermuten läßt. Unter den 97 Objekten dieses Fundes zeichnen sich neben ziemlich schmucklosen Stücken, die wohl zum Küchengebrauch gedient haben, mehrere durch ihre eigentümliche, von den bisher bekannt gewordenen antiken Silbergeräten abweichende Behandlung aus. Hierher gehören namentlich 2 gehenkelte Tassen, zu deren Ornamentierung eine Folge von Skeletten verwendet ist, durch Beischriften als die Reste berühmter Dichter und Philosophen charakterisiert: sicher eine bei den Freuden des Mahles nicht übel angebrachte Hinweisung auf die Vergänglichkeit irdischen Ruhms. Zahlreiche Henkelbecher von feiner Profilierung mit dem Schmuck bacchischer Embleme, andere mit der naturalistischen Darstellung von eßbaren Tieren — Kannen von besonders schöner Silhouette — Salzgefäße und Schöpfkellen mit bescheidener aber meisterhafter Ornamentierung erweitern unsere Kenntnis von der Gestalt und Ausstattung des antiken Silbergerätes in erfreulicher Weise.



1551. Gold-Flasche aus Nagy-Szent-Miklos.

Das Museum von Neapel und die Petersburger Museen enthalten außer den erwähnten Haus- und Tafelgeräten in Silber noch manche Reste, welche uns beweisen, daß auch das Mobiliar vielfach mit Silber ausgestattet wurde — sowohl im Sinne zierender Beschläge, wie auch in vollständiger Umkleidung des Holzgerüstes mit getriebenen und tauschierten Silberplatten. Auch Wagen und Sänften, Pferdegeschirr und Waffen, Handspiegel u. s. w. wurden von dem Luxusbedürfnis der antikrömischen Welt in das Bereich des Silberschmiedes gezogen.

Es übt jedenfalls auf unsere Wertschätzung der antikrömischen Silber- und Goldschmiedekunst einen bestimmenden Einfluß, daß die beiden ebengenannten Hauptgruppen der uns erhaltenen Originale aus der künstlerisch hochstehenden ersten Kaiserzeit stammen. Die in ihrem Luxusbedürfnis enorm gesteigerte Zeit der späteren Kaiser hat uns keine Beispiele hinterlassen; erst aus der Verfallzeit stammen einige Stücke, die in Nagy-Szent-Miklos im Banat, sowie andere, die 1837 zu Petrossa in Rumänien gefunden sind. Beide beweisen außer einem sichtbaren Verfall der Kunst augenscheinliche Einflüsse barbarischer Kultur. Der erstere, der von Ilg in die Zeit des Kaisers Valens (um 360 n. Chr.)

gesetzt wird und aus massivem Gold gearbeitet ist (jetzt im Kaiserlichen Museum in Wien), zeigt seltsame, barbarische Formen und ein Dekor, welches in seinen Motiven (z. B. Ganymed vom Adler entführt) und im Ornament nur schwache Anklänge an die klassische Zeit besitzt. Ganz barbarisch erscheinen ovale flache Schalen, deren Henkel rückwärts gewendete Stierköpfe bilden.

Auch für die ungeheueren Edelmetallschätze, welche das oströmische Kaiserreich in Byzanz aufhäufte, sind wir auf die Berichte der Schriftsteller angewiesen; nur aus der spätesten Zeit desselben sind Reste, welche durch Kauf oder Geschenke in das Abendland gelangten, im Original erhalten, wie die bekannte Pala d'oro im Domschatz von Venedig und kleinere Reliquienteile in anderen abendländischen Kirchen, welche zur Zeit des deutschen Königs Otto II. eingeführt wurden. Doch geben diese Reste uns keine Vorstellung von der übertriebenen Lust an glänzendem Edelmetall, die sich in den Palästen und Kirchen von Byzanz ausgesprochen haben muß. Besonders die letzteren, vor allem die Kirche der „göttlichen Weisheit" in der von Justinian im 6. Jahrhundert angeordneten Erneuerung muß alles übertroffen haben, was man bis dahin an Edelmetall-Prunk gekannt hatte. Ein Tabernakel über dem Hauptaltar und ein Patriarchenthron, Säulenkapitäle und Thürflügel, alles aus massivem Silber, werden erwähnt; eine reiche Vielfarbigkeit, welche durch die aufs höchste ausgebildete Schmelzkunst erzielt wurde und von Edelsteinen den weitesten Gebrauch machte, steigerte den prunkenden Effekt. Die Ausstattung der reichsten russischen Kirchen mit ihrem vergoldeten Ikonostas mag uns eine schwache Erinnerung an diese byzantischen Kirchen erhalten haben.

Es wurde oben bereits von der Hypothese gesprochen, daß die Zeit der Völkerwanderung einen eigenen Stil für Gold- und Silberarbeit ausgebildet habe, für welchen die Inkrustation mit Edelsteinen und Glasstücken charakteristisch war. Beispiele dieser Kunstrichtung finden sich in den aus der Langobardenzeit (7. Jahrhundert) stammenden Weihgeschenken des Domes von Monza. Auch ein eigentümlicher zweihenkeliger Kelch aus Gold mit Almandinen, der 1845 in der Champagne gefunden wurde, scheint dieser Zeit zu entstammen.

Das abendländische Mittelalter zeigt sich, wie bereits mehrfach angedeutet wurde, lange Zeit hindurch abhängig von der Edelschmiedekunst der antiken Welt, namentlich des oströmischen Reiches. Aus der Merowingerzeit ist uns der Name eines fränkischen Goldschmiedes, des zu Limoges 588 geborenen, später heilig gesprochenen Elogius, erhalten. Auch in ihm, wie in den geschichtlich überlieferten Goldschmieden der nächsten Jahrhunderte haben wir wohl Klostergeistliche zu vermuten. Denn wenn auch unter Karl dem Großen die Hofhaltung eines großen Reiches die Künste in ihren Dienst berief, so ist doch die persönliche Bedürfnislosigkeit des großen Kaisers zu ausdrücklich überliefert, als daß wir unter seiner Herrschaft an eine große Prachtentfaltung an Edelmetall denken dürfen. So bleibt denn die Kirche mit ihren sakralen Geräten zunächst die Auftraggeberin der Gold- und Silberschmiede, die Klöster die Werkstätten, wie für die meisten Zweige des Kunstgewerbes, so auch für den uns hier beschäftigenden. Vor allen war es das Kloster von St. Gallen, einer der mächtigsten Kulturträger dieser Zeit, von dessen Thätigkeit in dieser Beziehung uns namhafte Leistungen berichtet werden. Dieselben knüpfen sich an die Namen der Mönche Isenric und Tutilo, deren Diptychon noch in der Bibliothek des Klosters erhalten ist.

Während die Zeit der späteren Karolinger uns keine weitere Ausbeute gibt, läßt die politische Sicherheit, welche die Zeit der sächsischen Kaiser mit sich brachte, auch die Edelmetallkunst wieder zu bedeutenderen Leistungen aufblühen. Eine starke Anregung empfing diese Zeit durch die lebhaften Beziehungen des Kaiserhauses zu dem immer noch hochkultivierten Süden. Sowohl der Einzug der oströmischen Kaisertochter Theophano als Gemahlin Ottos II. in dessen Residenz Trier mit ihrer Hofhaltung von griechischen Künstlern und Gelehrten, wie auch die Römerzüge der Ottonen führten manches Stück südlichen Kunstfleißes nach Deutschland und erweiterten die künstlerischen Anschauungen der Umgebung des Königs, besonders des großen Bernward von Hildesheim. Überhaupt knüpft sich die Kunstbethätigung dieser Zeit an die Person einer Anzahl hoher

Geistlichen, welche die am königlichen Hof und auf den Römerzügen empfangenen Anregungen in ihren Diözesen verbreiteten und praktisch verwerteten.

Bernward, von 992—1022 Bischof von Hildesheim, richtete daselbst Werkstätten für verschiedene Künstler ein, deren Beaufsichtigung er sich zur persönlichen Pflicht machte. Noch heute befinden sich in Hildesheim Bronzegüsse und Silberarbeiten dieser Schule. Eine andere Goldschmiedeschule blühte in Trier selbst unter Bischof Egbert (977—993), welche im Kloster zu St. Maximin ihren Sitz hatte und eine große Menge kirchlicher, leider bis auf geringe Reste verschwundener Werke schuf. Durch das von Maximin entsandte Tochterkloster Siegburg wurde die Kunstfertigkeit an den Niederrhein verpflanzt, wo sie sich im folgenden Jahrhundert zu großer Blüte namentlich in der Kunst des Emails entwickelte. Auch in Mainz blühte unter Willigis (976—1011) die Edelschmiedekunst, deren Werke, früher den Mainzer Domschatz füllend, leider die französischen Invasionen nicht überdauert haben. Die Schule, welche Bischof Meinwerk in Paderborn im Anschluß



1662. Romanisches Reliquiar.

an den Bau des Domes und die Ausstattung des Domschatzes gründete, ist uns besonders interessant durch einen aus derselben hervorgegangenen Mönch Rugherus von Helmarshausen, der nach A. Ilgs Forschungen der Verfasser des unter dem Autornamen des „Mönchs Theophilus“ bis auf uns gekommenen technischen Lehrbuchs „Schedula diversarum artium“ gewesen ist. Dasselbe enthält in überaus klarer, heute noch maßgebender Weise die Vorschriften für verschiedene Künste, wie Miniatur- und Glasmalerei, Goldschmiede- und Emaillierkunst, wahrscheinlich nach den Überlieferungen byzantinischer Werkstätten.

Auch außerhalb Deutschlands lag die Pflege der Goldschmiedekunst in den Händen der Geistlichen: war das 11. und 12. Jahrhundert doch die Zeit der Blüte für die großen Klostergemeinschaften, deren Schatzkammer es galt mit erlesenen Werken dieser Kunst anzufüllen. So war in England das Kloster Ely eine besondere Pflegstätte derselben; in Frankreich war der als Staatsmann bekannte Abt Suger von St. Denis ein eifriger Förderer unserer Kunst, und in Italien gestaltete Desiderius sein Kloster Montecasino zu einem Mittelpunkt aller in diesem Lande gepflegten Gold- und Silberschmiedearbeit.

Im 13. Jahrhundert geht mit dem Aufblühen des Städtelebens auch die Goldschmiedekunst ebenso wie andere Künste und Handwerke aus den Klöstern in die bürger-

lichen Werkstätten über. Gerade die Zeit von 1250 bis 1350 ist die Gründungszeit der Goldschmiedezünfte in deutschen, niederländischen, französischen und englischen Städten; auch in Italien sehen wir in den Hauptstädten solche entstehen, obgleich sich hier schon früh der Zusammenhang der Edelschmiedekunst mit den „freien Künsten“ geltend macht. Die zu Reichtum und Selbständigkeit gelangten bürgerlichen Gemeinwesen sind es denn auch, die neben der Kirche und den Fürstenhäusern die Kunstfertigkeit der Goldschmiede in Anspruch nehmen. Die gotische Periode, etwa von 1300 an, läßt jene großen Ratssilberschätze unserer Reichsstädte entstehen, von welchen leider nur spärliche Reste auf unsere Zeit gekommen sind; der vollständigste Rest vielleicht ist der Lüneburger Ratsschatz, der seit 1874 im Besitz des Berliner Kunstgewerbemuseums ist. Verhältnismäßig mehr hat sich an Originalen aus dieser Zeit in Kirchenschätzen erhalten, wenn das Vorhandene auch selbst nur einen kleinen Bruchteil von dem unendlichen Reichtum an Kirchengeräten darstellt, welche die gotische Periode erzeugte. Eine Vorstellung von diesem Reichtum vermögen uns die Verzeichnisse der Schätze größerer Kirchen zu geben, die, teilweise mit Abbildungen begleitet, noch heute existieren. Einen besonderen Impuls gab der kirchlichen Goldschmiedekunst auch die massenhafte Übertragung von Reliquien der Heiligen in die nordischen Länder während des 13. und 14. Jahrhunderts, zu welcher die Kreuzzüge und die, wenn auch vorübergehende Errichtung abendländischer Dynastien im Morgenland Gelegenheit boten. So deckte z. B. der zum Kaiser von Byzanz erhobene Graf Balduin seine Schulden durch den Versatz einer Unzahl von Reliquien bei der Republik Venedig, von wo dieselben massenhaft ins Abendland, besonders nach Frankreich übergeführt wurden.



1558 u. 1564. Pokale aus dem Lüneburger Ratsschatz (jetzt im Kunstgewerbemuseum zu Berlin).

Ebenso wie die Schatzverzeichnisse, die „Heiltumbücher“ der Kirchen, sind es auch die Inventare fürstlicher Hofhaltungen aus dieser Zeit, die uns eine Vorstellung von dem Reichtum derselben an Tafel- und Prunkgerät gewähren. Es ist die Zeit der „Hausschätze“, welche neben dem Reichtum an Ländern und Vasallen einen wichtigen Faktor fürstlicher Macht darstellen. Ein wesentliches Stück des fürstlichen Tafelschmucks ist das Schiff, ein Tafelaufsatz, der, vor dem Fürsten aufgestellt, gleichzeitig in seinem verschließbaren Inneren das ganze für seine persönliche Benutzung bestimmte Eß- und Trinkgerät barg. Daneben figurieren mannigfaltige Formen von Schalen, Krügen, Bechern und Trinkhörnern, auch phantastische Tiergestalten, die teils als Tafelaufsätze, teils zum Gebrauch bei den Gelagen dienten.

Gegenüber den Formen des Silbergeräts der romanischen Periode zeigt uns das Goldschmiedewerk der gotischen Zeit eine im allgemeinen neue und selbständige Gestaltung. Waren die romanischen Formen, soweit wir sie aus den ziemlich seltenen Originalen an Kelchen, Reliquiarien, Hostienbüchsen, Evangeliendecken rc. erkennen können, zum Teil auf den abgeblaßten Erinnerungen der antiken Welt aufgebaut, zum Teil aus den Gebrauchsformen in naiver Weise entwickelt, so gewinnt in der Zeit der Gotik die Architektur einen bedeutenden, wenn auch nicht immer unbedenklichen Einfluß auf die Gestalt des Silbergerätes. So werden Reliquienkasten, die schon früher gern mit Säulenstellungen, Dächern und anderen architektonischen Motiven ausgestattet wurden, jetzt zu vollständigen Silbermodellen gotischer Kirchen. Die Baumotive der Gotik: Strebepfeiler, Fialen, Wimperge, Wasserspeier, Maßwerkfenster rc. finden sich überall, wo es irgend angeht, an den Kirchengeräten, den Monstranzen, Räuchergefäßen, Buchdeckeln und Bischofstäben verwendet, oft mit geringer Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Gebrauchs, wie an dem Nodus von Kelch- und Monstranzfüßen, wo ihre spitzigen Formen nicht selten der Hand gefährlich werden mochten.

1555. Gotisches Reliquiar.

Im Profangerät zeigt sich dies Hineinspielen von Architekturformen in bescheidenerem, vielleicht schon durch die Rücksicht auf die Handlichkeit eingeschränktem Maße. Allerdings haben wir auch hier Trinkhörner, welche auf gotischen Turm-Architekturen ruhen, Becher, die als Deckel kleine Burgmodelle tragen, wie letztere auch bei gewissen, sehr beliebten cylindrischen Becherformen als Füße vorkommen. Als charakteristische Verzierung

der Becher tritt in der Spätgotik die reichliche Verwendung von Buckeln auf, die mit ihrer glänzenden Oberfläche ein gefälliges Spiel von Glanzlichtern erzeugen. Indem diese Buckel am Rand und der Culotte des Bechers angebracht und gegeneinander in Spitzen ausgezogen werden, entsteht der beliebte sogenannte Akleybecher (nach der Ähnlichkeit mit der betr. Blüte benannt), eine Form, die in Nürnberg bis ins 17. Jahrhundert hinein dem Goldschmiedemeisterstück zu Grunde gelegt wurde. Sind die Buckel klein und über die ganze Oberfläche des Bechers, der dann häufig eiförmige Gestalt hat, verbreitet, so entsteht der „Traubenbecher".

Andere Ornamente, die im gotischen Profangerät beliebt werden, sind durchbrochene Galerien, in Guß hergestellt, die am Rande des Deckels, am Nodus, manchmal auch an der Culotte des Bechers, im letzteren Falle nach unten weisend, angesetzt werden. Sie erinnern in den Blattformen ihrer Endigungen oft an die Kreuzblumen gotischer Holzarbeiten und sind auch wohl durch Maßwerkmotive mit einander verbunden. Auch das krause, aufgerollte Blattwerk, aus Blech ausgeschnitten und gebogen, tritt häufig auf und erhält sich als beliebtes Ziermotiv bis weit in die Renaissanceperiode hinein.



1556. Cylindrischer gotischer Becher mit Burgmodell.

Während wir in der romanischen Periode im Silbergerät einer entschiedenen Farbenlust begegneten, die sich durch die hochentwickelte Champlevé-Emailkunst und durch die Verwendung von Edelsteinen bethätigen konnte, begnügt sich das gotische Silber meist mit der schlichten Erscheinung des Metalls, die häufig durch vollständige Vergoldung (seltener durch Ziervergoldung) gehoben wird. Allerdings bringt in dieser Zeit der oben beschriebene „Farbenschmelz auf Tiefschnitt" aus Italien ein und wird zunächst auf Kirchengerät gern angebracht; Profangerät finden wir dafür manchmal durch Auflage farbig emaillierter Wappenschilder belebt. Auch Nielloauflagen beginnen eine gewisse Rolle zu spielen. Besonders häufig finden wir aber in dem weltlichen Tafelgerät der gotischen Periode schon die Fassung und Verwendung von Bergkrystall und Holz; eine gewisse Art aus Wurzelholz der Ulme und Esche gedrechselter, kugelförmiger Doppelbecher in Silberfassung ist gerade der Gotik eigentümlich.

Wiederholt wurde bereits darauf hingewiesen, wie in Italien die Kunst des Goldschmiedes in enger Beziehung zu den nicht in Zunftzwang eingeschlossenen Künsten der Bildhauerei, Malerei und Architektur stand. Thatsächlich weist die Kunstgeschichte Italiens im 14. und 15. Jahrhundert, die uns von dem Keimen und Erblühen der Renaissancekunst berichtet, unter den Begründern dieser neuen, zur Eroberung der Welt

bestimmten Kunstperiode eine große Anzahl Namen auf, deren Träger gleichzeitig als Meister kunstvoller Silber- und Goldarbeiten verzeichnet sind, oder doch ihren Ausgang aus der Lehre des Goldschmiedes nahmen.

Diese Erscheinung wird uns erklärlicher, wenn wir sehen, daß auch die Arbeiten des italienischen Silberschmiedes dieser Zeit ebenso oft in Werken figuraler Kleinplastik, wie in Kirchengerät und Geschmeide bestanden haben. Wenn wir damit die Thatsache zusammenhalten, daß sich das Aufkeimen der auf den Überlieferungen der Antike fußenden Renaissancekunst gerade an die Werke der Bildhauerkunst in Oberitalien, speziell Toscana anknüpft, so wird es uns nicht befremden, zu derselben Zeit, in der die Kelche, Ciborien, Altarwände u. dergl. noch die Formen der italienischen Gotik zeigen, die figuralen Teile dieser Arbeiten schon vom Geiste der Renaissance beseelt zu finden.

1657. Renaissance-Akleybecher.

In Toscana hatten die beiden großen Meister der Pisaner Bildhauerschule, Giovanni und Andrea, zuerst ihre Werke von dem Studium antikrömischer Skulpturen beeinflussen lassen. Ihr Beispiel wirkte in den figürlichen Arbeiten der Sieneser und Florentiner Goldschmiedeschule mächtig nach, welcher um diese Zeit (Anfang des 14. Jahrhunderts) durch die kirchlichen Arbeiten der auf ihre Selbständigkeit stolzen Stadtrepubliken bedeutende Aufgaben erwuchsen. So arbeiteten die Pisani selbst an silbernen Altarfiguren für die Kathedrale von Arezzo — ein volles Jahrhundert erforderte die Vollendung des großen silbernen Altaraufsatzes im Dome von Pistoja. Eine große Anzahl von Meistern war an diesem Werke thätig, unter denen Andrea Ognabene, Meister Piero von Florenz, Leonardo di Ser Giovanni und Pietro d'Arrigo, der Sohn eines deutschen, in Florenz ansässigen Meisters, hervorgehoben seien. In Florenz wird außer Andrea Arditi, der silberne Reliquiarien und anderes für den Dom arbeitete, Cione als Meister der silbernen Altartafel in der Taufkirche San Giovanni genannt. Auch in dem uralten Dom zu Monza entstand um diese Zeit ein Altaraufsatz durch die Hand des Mailänders Borgino.

Alle diese Künstler in Silberarbeit sind die Vorläufer der großen Meister, die wir als die Väter der italienischen Renaissance in Baukunst und Bildnerei zu nennen gewohnt sind, von deren Thätigkeit als Silberarbeiter uns aber ihr Biograph Vasari ebenfalls Zeugnis gibt. So hat Filippo Brunellesco, der große Erbauer der Florentiner Domkuppel, seine künstlerische Thätigkeit in der Werkstatt des Goldschmiedes begonnen. Lorenzo Ghiberti, dessen Namen in der Kunstgeschichte sich an die herrlichen Bronzethüren des Baptisteriums knüpft, ging ebenfalls aus der Goldschmiedewerkstatt seines Stiefvaters Bartolucci hervor und blieb dieser Kunst auch später treu. Der Architekt und Erzgießer Michelozzo wird als Mitarbeiter der Altartafel des Battistero genannt, wie auch der Bildhauer Verrocchio als Schöpfer silberner Kleinskulpturen gerühmt wird. Aber auch der Töpfer Luca della Robbia, die Maler Ghirlandajo und Francesco Francia und der vielseitige Antonio Pollajuolo hinterließen berühmte Werke der Goldschmiedekunst; am bekanntesten ist wohl des letzteren großes

Kruzifix für den Johannesaltar des Florentiner Domes, welches noch heute erhalten und eine reiche Komposition mit zahlreichem figuralen Schmucke ist. Maso Finiguerra wird von Vasari und Cellini als Meister in Gravierung und Niello-Arbeit gerühmt; sein Verdienst um die erste Anwendung des Kupferstichs wird von der Kunstgeschichte bestritten.

Aus den zahlreichen Namen von Goldschmieden des 16. Jahrhunderts, die uns Vasari und andere Geschichtschreiber überliefert haben, bei denen aber im allgemeinen ein Zurücktreten der den Meistern der Frührenaissance eigentümlichen Vielseitigkeit zu bemerken ist, leuchtet der Name des Benvenuto Cellini so glänzend hervor, daß er seine Umgebung fast verdunkelt. Allerdings verdankt er diese Berühmtheit hauptsächlich seiner litterarischen Thätigkeit: seiner bekannten, von Goethe übersetzten Selbstbiographie und seinen Traktaten über Goldschmiedekunst und Skulptur, da von nachweisbaren Werken seiner Hand wenig



1558. Salzfaß von Benvenuto Cellini (K. K. Schatzkammer zu Wien).

mehr vorhanden ist. Neuerdings ist die ihm infolge seiner nichts weniger als bescheidenen Aufzeichnungen früher zugewiesene hohe Stellung durch die Forschung einigermaßen richtig gestellt worden; Bucher sagt von ihm: „Es ist mit Fug anzunehmen, daß ihm eine große Zahl von Rivalen erwachsen würde, wenn andere Goldschmiede ebenso gewandte Schriftsteller gewesen wären, wie er.“

Der Raum verbietet es, auf das thätige und abenteuerliche Leben des 1500 geborenen Florentiner Goldschmiedes näher einzugehen. Von seinen Hauptwerken seien genannt: eine Pluvialschließe für Papst Clemens VII., ein Breviarienband für Paul II., ein Gürtel und Anhänger für Eleonora Medici, zwei große silberne Leuchter und eine Kanne für den Bischof von Salamanca, ein Reliquiar für das heil. Blut in St. Andrea in Mantua und viele andere silberne Prunkgefäße für den päpstlichen Hof, manche von ansehnlicher Größe.

Besonders bemerkenswert ist uns Cellinis Leben dadurch, daß ein Teil desselben am Hofe des kunstliebenden Königs Franz I. von Frankreich verlief, daß unser Meister also zu denen gehört, die für die Verbreitung der neuen Renaissancekunst im Norden in Betracht kommen. Zahlreich sind die Aufträge, welche Franz I. dem Florentiner Meister

erteilte, wenn dieser den größten derselben, die Gestalten der zwölf großen Planeten in Überlebensgröße, auch nur zum kleinsten Teil zur Ausführung brachte. Leider ist von allen in Paris geschaffenen Silber-Werken nur das bekannte, jetzt in der Wiener Schatzkammer befindliche Salzfaß mit den Gestalten von Neptun und Amphitrite erhalten.

Von gleichzeitigen italienischen Goldschmieden, die Cellini selbst zum Teil in seinen Schriften, freilich oft in abfälliger Weise, erwähnt, seien hier noch angeführt: Giovanni Bernardo da Castelbolognese, der Meister der herrlichen, im neapolitanischen Museum aufbewahrten Cassetta Farnese; ferner Ambrogio Foppa, Cellinis Rivale in Rom; Francesco Rustici und Michelangelo di Viviano, Cellinis erster Lehrmeister. Ihnen schließen sich andere Künstler an, für deren Thätigkeit in der Edelschmiedekunst zahlreiche in der Uffiziensammlung zu Florenz aufbewahrte Zeichnungen und Entwürfe sprechen, wie Perin del Vaga, Salviati, Benedetto da Rovezzano, Poccetti und Caravaggio.

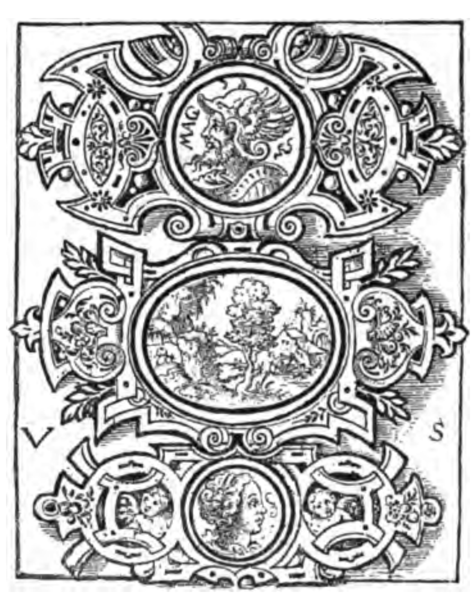


1669. Schale. Handzeichnung von Benvenuto Cellini in den Uffizien zu Florenz. Nach Lichtdruck.

Wie wir oben gesehen haben, nahmen die Kleinplastiker in Silber in ihren figuralen Arbeiten schon im 14. Jahrhundert an der beginnenden Renaissancebewegung teil, wie denn auch im nordischen Mittelalter die zahlreichen silbernen Madonnen- und Heiligen-Statuetten sich durchaus abhängig von dem Stil der gleichzeitigen gotischen Skulptur zeigen. Ein volles Eintreten der gesamten Silberschmiedekunst in das Formengebiet der Renaissance ist jedoch erst vom 16. Jahrhundert an zu bemerken. Zuvor mußten Skulptur, Architektur und Ornamentik ihr Facit aus den neuerkannten Überlieferungen der Antike gezogen haben, ehe die Gefäßbildnerei in Edelmetall daraus ihre Motive entnehmen konnte. Diese ist denn auch die erste, die an den Vasen der altrömischen Kunst ihre Studien macht, sei es daß es galt, dieselben in Silber nachzubilden, oder daß edle Steine und Bergkrystall zu Gefäßen geschliffen wurden, eine Kunst, die in Italien gerade mit dem Ende des 15. Jahrhunderts einen großen Aufschwung nimmt. Für die Fassung dieser Prunkgefäße, für die Verzierung von Schalen und Kannen und endlich auch für das Geschmeide bietet sich dann die neue Ornamentik der Renaissance an Stelle der bis dahin geübten gotischen Formen dar: jene phantasiereiche Verzierungsweise, die man an den Wandmalereien und den Marmorfragmenten der altrömischen Kunst kennen lernte und mit dem allgemeinen Namen des Grotesken bezeichnet. Daß dabei an die Stelle der früher beliebten christlichen Symbole und Beziehungen jetzt die Darstellungen aus der Götterwelt des antiken Heidentums traten, darf uns bei

der Sinnesart der Zeit, der sich selbst hohe Kirchenfürsten nicht entzogen, keinesfalls wunder nehmen.

Sehr verschieden sind die Wege, auf welchen die nordische Silberschmiedekunst die Kenntnis und Anregung der Renaissanceformen aus Italien empfing. Während, wie wir gesehen haben, in Frankreich kunstsinnige Könige, vor allem Franz I. einen Hofstaat von Künstlern aus Italien berief, folgt in Deutschland die neue Kunstrichtung dem Lauf der lebhaften Handelsbeziehungen, die namentlich zwischen Venedig und den süddeutschen Handelsplätzen, Augsburg, Innsbruck, Wien, Nürnberg u. a. bestanden. Aber nicht die Baukünstler so wenig wie die Bildhauer sind die ersten, die sich diese neue Formenwelt aneignen, sondern eine besondere Gruppe von Ornamentikern, die sogenannten deutschen Kleinmeister, deren in Kupferstich veröffentlichte Entwürfe den Ornamenten der Renaissance in Deutschland bald die weiteste Verbreitung verschafften. Nicht wenig trug zu dieser Verbreitung der Umstand bei, daß gerade in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, angeregt durch die Kontroversen der Reformation, eine Flut von kleinen litterarischen Erzeugnissen, Pamphlete, offene Briefe und ähnliches das Land überschwemmten, deren Titelseiten mit Randzeichnungen in der neuen „antikischen“ Art nach den Entwürfen dieser Kleinmeister ausgeziert waren.



1560. Kettenglieder nach Virgil Solis.

Die bedeutendsten dieser Kleinmeister der Renaissance, die mit ihren Entwürfen die Goldschmiedekunst befruchteten, sind Albrecht Altorfer, die beiden Hopfer, der Nürnberger Peter Flötner, dessen Ornamente sich in den Linienverzierungen der „Arabesken“ bewegten; der Soester Heinrich Aldegraever, die Nürnberger H. S. Beham, Hirsvogel und namentlich der überaus produktive Virgil Solis, Heinrich Vogtherr und Hans Brosamer haben alle zahlreiche Entwürfe zu silbernem Gerät und zu Geschmeide veröffentlicht. Da es nicht möglich ist, eine Liste aller hier in Betracht kommenden Meister zu geben, so seien nur noch Theodor de Bry mit seinen beiden Söhnen, Bernhard Zan, Georg Wechter und Johann Siebmacher genannt.

Von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit für die Entwickelung der Renaissance-Silberkunst in Deutschland ist dann noch die Anteilnahme der Maler an derselben. Nicht allein, daß die deutschen und holländischen Maler dieser Zeit auf ihren Darstellungen aus der biblischen und profanen Geschichte häufig Goldgerät in den schönsten Formen darstellen, das sicher nicht nach vorhandenen Stücken gemalt, sondern von dem Meister selbst entworfen ist; von mehreren der namhaftesten deutschen Maler dieser Zeit wissen wir, daß ihre Thätigkeit für die Goldschmiedekunst eine äußerst lebhafte war. Wir heben hier aus denselben nur zwei hervor: Hans Holbein und Hans Mielich. Der große Basler Meister, dessen Entwürfe für Fassaden- und Glasmalerei, Buchillustration und andere Zweige der dekorativen Kunst bekannt sind, hatte im Dienste des Königs Heinrich VIII. von England Gelegenheit, für den Hof dieses Fürsten, an dem er bis zu seinem Tode verweilte, eine Anzahl Entwürfe für Geschmeide und Prachtgefäße zu machen, von denen noch die meisten in Basel und London erhalten sind. In der freien Phantasie seiner Schmuckentwürfe, sowie in den edlen Konturen seiner Becher und Kannen zeigt sich Holbein unabhängig von den letzten Traditionen der Gotik. Mielich gehört der Münchener Hofhaltung des Herzogs Albrecht V. von Bayern an. Für diese schuf der

auch sonst als Maler bekannte Meister eine Anzahl von noch heute in schönen Miniaturen in der Staatsbibliothek zu München erhaltenen Entwürfen zu prachtvollen Schmuckgegenständen. Noch bekannter und auch künstlerisch höherstehend sind seine von v. Hefner-Alteneck aufgefundenen Entwürfe zu Prachtrüstungen, deren Bekanntwerden den kunstgeschichtlichen Irrtum über italienische Herkunft zahlreicher Prachtstücke in deutschen, französischen und spanischen Waffensammlungen richtiggestellt hat.

Nicht unwesentlich weicht die Gesamterscheinung der deutschen Renaissance-Arbeiten von ihren italienischen Vorbildern ab, wobei wir nicht vergessen dürfen, daß die Kenntnis der neuen Formen erst über die Alpen drang, als sie in Italien bereits ihre Entwickelungshöhe überschritten und sich dem Barock genähert hatte. Dies macht sich besonders in den Einzelheiten des Ornamentes, z. B. in dem Überwuchern der Kartuschenform geltend. Aber auch die Gesamtsilhouette ist weit entfernt von den Einflüssen der Antike, die wir in den Kannen- und Vasenformen der italienischen Kunst fanden. Die nordische Kunst liebt es, die Silhouette durch eine Fülle von Horizontalgliedern zu durchschneiden; eine Häufung von Motiven, zahlreiche Einziehungen und Ausbuchtungen, die ohne logische Folge abwechseln, läßt uns oft bewundern, daß trotz dieser Unruhe im einzelnen doch die Gesamtwirkung mit sicherer Empfindung zusammengehalten ist. Groß ist die Mannigfaltigkeit der Formen beim deutschen Silbergerät. Dient es doch in seiner großen Mehrheit den Freuden des Trunkes, der in jener Zeit zu einer Kunst ausgebildet ist. Natürlich läuft dabei auch viel Spielerei mit unter. So begegnen wir hohen Doppelbechern, die sich in einzelne Teile zerlegen lassen, deren jeder als selbständiges Tafelgerät, sei es als Schale, Salzfaß, kleiner Becher u. s. w. dienen kann. Beliebt sind die Frauenbecher — weibliche Figuren, deren glockenförmiger Rock den Becher bildet, während ein kleiner Becher, drehbar aufgehängt, von den erhobenen Armen emporgehalten wird. Auch die in Holland üblichen Mühlenbecher gehören hierher, die geleert werden mußten, solange ein vom Trinker in Bewegung gesetztes Rad sich drehte; ebenso wie die mannigfachen Tierfiguren mit abnehmbarem Kopf, deren hohler Leib den Wein aufnahm. Doch gehören diese, ebenso wie die Schiffe und sonstigen phantastischen Erfindungen mehr in das Gebiet der Tafel-Schaustücke. Unter den Bechern behauptet immer noch der Buckel- und der Akleybecher seine große Verbreitung; neben ihm ist die gehenkelte Trinkkanne eine echt nordische Form, die in allen Formaten und mit dem verschiedensten Dekor, auch mit Einsätzen aus Glas, Serpentin, Holz u. s. w. häufig vorkommt.



1561. Räuchergefäß.
Skizze von Hans Holbein.

Das kirchliche Silbergerät der Renaissance tritt gegen das zum Dienst der Tafel bestimmte zurück, wenigstens hat es kaum neue charakteristische Formen geschaffen: Der Meßkelch beruht auf der aus dem Mittelalter überkommenen Gestalt, deren Fuß etwas ins Breite übertrieben und deren Kuppa manchmal glockenförmig gebildet wird. Meß- und Taufkannen ähneln in ihrer Zeichnung vollkommen den profanen Weinkannen, von denen sie sich nur durch die zur Dekoration benutzten Motive unterscheiden. Bei den Taufschalen begegnet man dagegen selbständigen und reichen Bildungen. Die Monstranz gewinnt erst unter dem Einfluß der Jesuiten im 17. Jahrhundert eine neue typische Form. Reliquiarien, die aus der Zeit der Gotik uns in großer Menge und den verschiedenartigsten Gestaltungen begegneten, nehmen, wo sie noch vorkommen, die Gestalt der

Kassette mit religiösen Emblemen an. Die Kassette ist eine derjenigen Aufgaben, die von der Renaissancekunst besonders bevorzugt wird; ihre Form und ihr Dekor werden namentlich in den Augsburger Werkstätten typisch: ein reichprofilierter, oft mit Säulenstellungen geschmückter Kasten aus Ebenholz, der durch eingesetzte Reliefs und freie Figuren aus Silber, sowie durch zahlreiche kleine aufgesetzte Silberornamente einen reichen Schmuck erhalten hat. Zahlreich sind in den Museen und Sammlungen die Schmuckkassetten und Hausapotheken dieser Art, meist Augsburger Arbeit, denen sich kleine Hausaltäre, Kußtafeln u. s. w. in gleicher Ausführung anschließen. Am bekanntesten ist der große sogenannte Pommersche Kunstschrank, jetzt im Berliner Museum, der 1617 auf Bestellung des Augsburger Gelehrten Philipp Hainhofer und nach dessen Angaben von einer Anzahl Augsburger Künstler angefertigt wurde, unter denen als bedeutendste die Silberschmiede David Attemstetter und Matthäus Wallbaum zu nennen sind.

Mit der Renaissance beginnt auch in den nordischen Ländern das Hervortreten bestimmter Künstler-Persönlichkeiten, erleichtert durch die von dieser Zeit an auftretenden Meisterzeichen. Allerdings ruht das Studium der letzteren noch in seinen Anfängen; die grundlegende Arbeit von Professor M. Rosenberg „Der Goldschmiede Merkzeichen" hat zuerst einiges Licht hierüber verbreitet. Aus diesem Werke kennen wir jetzt etwa 2700 Marken (poinçons), deren sich die Silberschmiede bedienten, um auf ihren fertigen Werken ihre Urheberschaft festzustellen; sie wurden mit kleinen Stahlstempeln in das fertige Werk, meist auf dem unteren Fußende oder an den Lippen der Becher eingeschlagen. Neben dem Meisterzeichen findet sich dann noch das Beschauzeichen, welches die Stadt bezeichnet, deren Innung das Stück vorgelegen haben mußte, ehe es in den Handel kam. Oft ist noch als drittes das Zeichen des Wardeins eingestempelt, desjenigen Beamten, der die Prüfung des Silbers auf seinen Feingehalt vorzunehmen hatte; an Stelle desselben erscheint manchmal auch nur eine eingravierte Zickzacklinie.



1567. Kombinierter Pokal (deutsche Renaissance).

Ist auch unsere Kenntnis von den in Deutschland während des 16. bis 18. Jahrhunderts thätigen Silberschmieden noch lückenhaft, so ist doch die Zahl der uns bekannt gewordenen zu groß, um sie hier aufzuführen; es seien daher nur einige der bedeutendsten namentlich hervorgehoben.

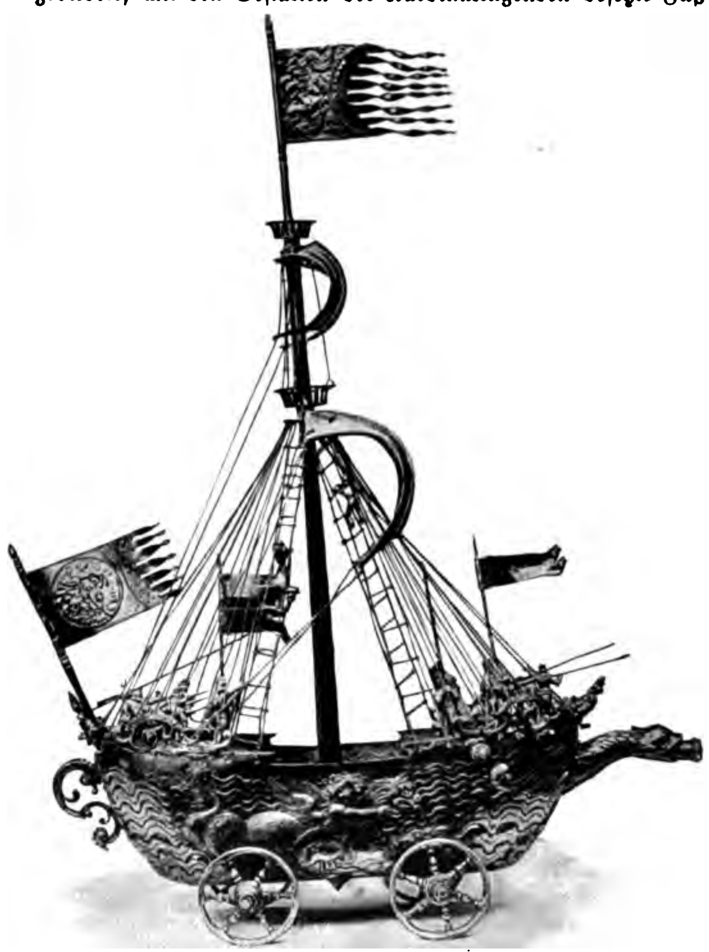
a b c d e f

1568. Goldschmiedestempel.

a) Beschauzeichen, 16. u. 17. Jahrh.; b) 18. Jahrh.; c) 16. Jahrh.; d) Merkzeichen von Wenzel Jamnitzer (gest. 1585); e) von Gregorius Türk (gest. 1569); f) von Hans Petzolt (gest. 1633).

Die künstlerisch hervorragendsten unter den sicher datierten Arbeiten tragen das Meisterzeichen von Wenzel Jamnitzer, einen von vorn gesehenen Löwenkopf darüber W. Dieser Meister wurde 1508 in Wien geboren, 1543 in Nürnberg Meister, 1556 zum „Genannten des Rats" erwählt und starb 1585. Die beiden bedeutendsten seiner erhaltenen Werke sind der „Merkelsche Tafelaufsatz" und der große, im Besitz des deutschen Kaisers befindliche Pokal. Ersterer, der nach der Aufteilung des Rothschild-Museums in Frankfurt

sich gegenwärtig in Paris befindet, ist eine hohe Fruchtschale, aus welcher sich eine Vase mit einem in Silber über Natur geformten Blumenstrauß erhebt. Die Schale wird getragen von der bekleideten Figur einer Gäa, die auf einem ebenfalls mit pflanzlichen Naturgüssen bedeckten Felsen steht. Der Kaiserpokal, als Geschenk für Maximilian II. bestimmt, trägt die Gestalt dieses Kaisers, umgeben von den 4 Geschenkgebern auf dem hochaufgebauten Deckel. Die aufs reichste gegliederte Kuppa und der originell gebildete, mit den Gestalten der Kardinaltugenden besetzte Fuß geben uns ein Bild der edelsten Becherform der Renaissance. Ein weiteres großes Werk, welches noch 1642 in Prag existierte, ist jetzt leider bis auf einige unbeglaubigte Reste verschwunden: es wird als „Lustbrunnen“ bezeichnet, war 10 Fuß hoch und halb so breit und enthielt eine Fülle von allegorischen Gestalten, die durch ein Wasser- oder Uhrwerk in Bewegung gesetzt wurden. Eine Anzahl kleinerer, fast durchweg durch Adel der Zeichnung hervorragender Werke des Künstlers übergehen wir und führen nur als Beweis seiner Fruchtbarkeit noch an, daß nach Annahme verschiedener Forscher die zahlreichen von V. Solis gestochenen Entwürfe zu Goldschmiedewerken von Jamnitzer gezeichnet sind.



1564. Tafelaufsatz in Form eines Schiffes.

Ein zweiter Meister dieses Namens, Christoph Jamnitzer, vielleicht ein Neffe Wenzels, ist ebenfalls durch bedeutende Arbeiten in der Wiener Schatzkammer, im Grünen Gewölbe zu Dresden und im Berliner Museum vertreten; seine Formen zeigen schon einen Übergang zur Barockkunst.

Ein ebenbürtiger Zeitgenosse Wenzel Jamnitzers ist der Nürnberger Hans Petzold, dessen Marke ein Widderkopf im Profil ist. Bei großer Meisterschaft im Detail zeigen seine Werke in der Silhouette eine größere Weichheit als die des zuerst genannten Meisters.

Durch eine einzige Gruppe von Arbeiten, zwei getriebene Buchdeckel, ein Kruzifix, Weihkessel, Kelch und Rauchfaß, die sich im Besitz der Fürstenbergischen Familie befinden, sichert sich ein westfälischer Künstler, Anton Eisenhoit von Warburg, eine Stelle unter den ersten Goldschmieden der Renaissance. Von seinem Leben ist nur bekannt, daß er eine Zeitlang in Rom als Kupferstecher thätig war — wofür auch der ausgesprochen italienische Einfluß in dem Figurenschmuck seiner Arbeiten spricht.

Während der Dreißigjährige Krieg, wie auf allen anderen Gebieten, so auch in der Silberschmiedekunst einen fast völligen Stillstand bedeutet, setzt das 18. Jahrhundert unter der Herrschaft des Barockstils wieder mit einer sehr lebhaften Produktion ein. Was in dieser Zeit geschaffen wurde, waren nicht sowohl einzelne Prachtstücke hervorragender Meister, als vielmehr ganze Tafelausstattungen in dem neuen Geschmack, denen sich an den prunkliebenden Höfen der geistlichen und weltlichen Fürsten manchmal massiv-silbernes Mobiliar anschloß. Allerdings ist von dem letzteren das Meiste bis auf wenige vereinzelte Stücke in den Kriegen zu Anfang des Jahrhunderts in die Münze gewandert. Dagegen beweisen uns noch zahlreiche erhaltene Tafelgeräte, wie meisterhaft die Silberschmiede der Barockzeit die weichen, flächigen Formen dieses Stils für die Metallwirkung auszunutzen verstanden.



1565. Nautilus in vergoldeter Silberfassung, mit Perlen und Edelsteinen verziert. Nürnberger Arbeit.

In Frankreich hat sich verschwindend wenig an Silberarbeiten der Renaissance erhalten: dank den drakonischen Luxusgesetzen der dortigen Herrscher, die wiederholt zur Konfiskation und Einschmelzung des in Privatbesitz befindlichen Silbergeschirrs führten, blieb der Revolution nur noch die Vernichtung der im Besitz der Kirche befindlichen Schätze übrig. Für die spätere Silberausstattung der königlichen Schlösser mit Gerät und Möbeln waren besonders François Lescaut, Claude Ballin und die Familie Germain thätig. Von den Meistern dieses Namens, die sich eines europäischen Rufes erfreuten, ist besonders Pierre, der Hofgoldschmied Ludwigs XIV., dessen berühmter Sohn Thomas und sein Enkel François Thomas zu unterscheiden. Alle drei erfuhren die Auszeichnung, daß ihnen Werkstätten im Louvre angewiesen wurden. Ein anderer, mit der vorgenannten Familie nicht verwandter Pierre Germain ist bekannt geworden durch das umfassendste Werk über Goldschmiedearbeiten des Rokokostiles „Eléments d'orfévrerie". Außer diesem existieren Stiche und Sammlungen gleicher Art von J. de la Joue, Juste Aurèle Meissonnier, Edm. Bouchardon, Cauvet und François de Cuvilliès, die uns eine Vorstellung von der reichen Rokoko-Silberkunst der Franzosen geben.

Wenn wir auch über den Reichtum der holländischen Gold- und Silberschmiedearbeit aus den Bildern der dortigen Malerschulen, sowohl den Heiligenbildern der Frührenaissance, wie den Stillleben und den Gruppenporträts der Spätzeit unterrichtet sind, so hat die Kunstforschung doch nur wenige Künstlernamen bekannt gemacht. Die bedeutendsten knüpfen sich an das Dorf Vianen. Ein Meister Paul von Vianen, der zur

Renaissancezeit viele Aufträge für den bayerischen Hof ausführte, zeigt sich in seinen Werken dem Eisenhoit verwandt. Adam von Vianen ist ein Hauptvertreter jenes eigentümlichen weichlichen Barockstils, den die Franzosen Style auriculaire nennen; endlich kennt man noch einen Ernst Jansz im Anfang des 17. Jahrhunderts. Von anderen Meistern ist Pibo Gualteri in Leeuwarden und Joannes Loutma, der auch Entwürfe gestochen hat, zu nennen. Andere Stecher der niederländischen Schule, welche Entwürfe für Gold- und Silberarbeiten hinterlassen haben, sind: Adrian und Hans Collaert, Vredeman Vriese, Michel Blondus, Heinrich Janssen und G. van den Eckehout.

Sehr unvollkommen sind wir über die englische Goldschmiedekunst unterrichtet, da nur verhältnismäßig wenige Originalstücke aus der Renaissance im Besitz der Londoner Gilden und der Universitäten die Religions- und Bürgerkriege des 16. und 17. Jahrhunderts überdauert haben. Später zeigt sich dann meist eine gewisse Abhängigkeit von dem Geschmack des Auslandes. Als namhafte Meister werden uns genannt: George Heriot, der meist für den Hof Jakobs I. thätig war. Ihm folgten die Künstlerfamilien Vyner und Jenner. Aus der Zeit des Barock und Rokoko sind die Namen Duncomb, Kenton, Heriot, Coggs, Blakwell erhalten.



1566. Vase von Cauvet.

Die führende Rolle in den dekorativen Künsten, welche Frankreich der großartigen Staatsfürsorge seit Ludwig XIV. verdankt, behielt es auch, als nach den Stürmen der Revolution die Hofhaltung des ersten Kaiserreichs eine neue Prachtentfaltung erforderte. Das Edelmetall dieser Zeit zeigt sich gänzlich unter dem Einfluß der neuklassischen Richtung, als deren Urheber wir den Maler David anzusehen haben. Die beiden Schüler desselben, Percier und Fontane, welche die ganze dekorative Kunst des ersten Kaiserreichs beherrschten, haben auch für die Silberarbeiten dieser Epoche eine große Anzahl von Entwürfen geliefert. Alle Gefäß- und Zierformen dieser Zeit lehnten sich eng an die römische Antike. Dreifüße, Kandelaber, Vasen sind die ewig wiederkehrenden Motive in der Edelschmiedekunst dieser Zeit, die, wenn sie auch für unsere Empfindung eine gewisse Kälte ausatmet, doch den unbestreitbaren Vorzug eines einheitlichen, aus der Stimmung der Zeit hervorgegangenen Charakters hat. Die Hauptwerkstätten dieser Zeit waren in Paris: Auguste fils, Thomire, Odiot père, Biennais, denen sich später Cahier-Fauconnier und Wagner zugesellten.

Als bemerkenswerten Zug der französischen Gold- und Silberarbeit dieser und der folgenden Zeit bis zur Gegenwart kann man es bezeichnen, daß sie stets bemüht war, sich der Beihilfe hervorragender Bildhauer und Architekten zu versichern. Einer der bedeutendsten war im ersten Viertel dieses Jahrhunderts Wechte, dessen in Silber getriebener „Amazonenschild“ lange als Arbeit des 16. Jahrhunderts galt. Ein nicht minder bedeutender Künstler war Moreau-Ladeuil, der seine Thätigkeit später nach England verlegte. — Die klassische Richtung des ersten Kaiserreichs wurde in den 30er Jahren in Frankreich durch die romantische abgelöst, die ihre Vorbilder, oft mit wenig Verständnis des Charakteristischen, aus der Gotik und Renaissance entlehnte. Trotz mancher Mißgriffe zeichnen sich diese Werke durch eine reiche Phantasie aus. Allmählich, unter dem zweiten Kaiserreich, klärte sich diese Richtung zu einer edleren Neurenaissance ab; eines ihrer Hauptwerke, welches leider dem Brande der Tuilerien zum Opfer gefallen ist, war

der Tafelschmuck für Napoleon III., den Gilbert für die Firma Christofle arbeitete. Obgleich er in vergoldetem Kupfer ausgeführt war, hatte seine Herstellung die Summe von 1 300 000 Frank gekostet. In neuester Zeit bewährt Frankreich seine Meisterschaft auf unserem Gebiet durch die künstlerischen Erfindungen einer Reihe zum Teil noch heute thätiger Künstler, wie Mathurin-Moreau, Gautherie, Carlier, Lafrance, den phantasiereichen Carrier-Belleuse und Fromont-Meurice. Eine besonders hervorragende Stelle nimmt der kürzlich verstorbene Falize ein, der gleichzeitig Künstler und Ausführender war. Ein Vorzug des modernen französischen Silbers ist seine kaum zu übertreffende technische Ausführung.

Auch in Deutschland machte sich in den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts, nachdem der wirtschaftliche Niedergang der Napoleonischen Kriege etwas überwunden war, die klassizistische Richtung geltend, besonders unter dem Einfluß der Schinkelschen und Corneliusschen Schule. In Berlin versuchte man eine Belebung der Edelmetallindustrie durch den aus Süddeutschland stammenden Silberschmied Hossauer, der in den 40er Jahren eine Reihe von Ehrengeschenken und anderes nach den Entwürfen von Schinkel, Stier, Rauch u. a. ausführte, und neben dem später Sy und Wagner, Gebr. Vollgold u. a. der deutschen Silberarbeit einen guten Ruf erwarben.



1567. Silberner Ehrenpokal nach Schinkels Zeichnung angefertigt von Hossauer (1846).

Als bedeutende Ausführungen der folgenden Zeit sind der von Kolscher entworfene Tafelschmuck des Berliner Rathauses (in vergoldeter Bronze ausgeführt) und das von den deutschen Städten dem jetzigen Kaiser als Kronprinzen dargebrachte Tafelsilber zu nennen, welches nach dem Entwurfe von Adolf Heyden von verschiedenen deutschen Firmen ausgeführt wurde. Auch der Berliner Bildhauer Otto Lessing trat mit einer Reihe in großem Sinne erfundener Silberarbeiten hervor.

Inzwischen hat sich durch die allerorts entstandenen Kunstgewerbeschulen die Beziehung zwischen den Produzenten und Künstlern etwas verschoben: an Stelle der Bildhauer und

Architekten, denen früher die Erfinderrolle zufiel, sind in vielen Fällen in Deutschland und Österreich Silberarbeiter getreten, die, handwerklich und künstlerisch in gleichem Maße ausgebildet, Erfindung und Ausführung selbst der bedeutendsten Aufgaben übernehmen. Eine Stammschule bildet das österreichische Museum in Wien mit der von Schwartz geleiteten Ciselierschule. Aus ihr sind direkt und indirekt eine Anzahl sehr leistungsfähiger Künstler hervorgegangen, wie Rudolf Meyer in Karlsruhe, Offterdinger in Hanau, Kowarzik und Staniek in Frankfurt. Einen selbständigen Ausbildungsweg von den Meistern der römischen Renaissance hat Wilhelm Widemann genommen. Es ist selbstverständlich nicht möglich, alle jüngeren Meister hier aufzuführen — doch darf es ausgesprochen werden, daß Deutschland in seiner Silberarbeit einen erfreulichen Nachwuchs selbständiger künstlerischer Persönlichkeiten aufzuweisen hat.

Auch die industrielle Bearbeitung des Edelmetalles hat in den letzten Jahrzehnten einen Aufschwung genommen, der hinsichtlich der besonders in Hanau und Pforzheim gepflegten Bijouterie unsere Rivalen auf dem Weltmarkt mit schwerer Sorge erfüllt. Die Silberarbeit wird durch eine Reihe großer Fabriken vertreten, die, wenn sie auch Fühlung mit dem Modegeschmack behalten müssen, doch der Mitarbeit künstlerischer Kräfte und gediegener Handarbeit keineswegs entsagt haben; unter den zahlreichen Firmen sind als die ältesten hervorzuheben: Bruckmann in Heilbronn und Koch & Bergfeld und Wilkens in Bremen. Aber auch andere Geschäftshäuser, welche die Edelmetallarbeit nicht fabrikmäßig betreiben, haben sich durch die Ausführung kunstvollendeter Arbeiten um den Ruf der deutschen Goldschmiedekunst wohlverdient gemacht. Die zahlreichen Ehrungen der letzten Jahrzehnte haben diesen Firmen willkommene Aufgaben gestellt. Wenn auch jetzt wohl jede größere Stadt Deutschlands derartige in künstlerischem Sinne geleiteten Geschäfte besitzt, so seien hier doch besonders hervorgehoben: Hermeling in Köln, Wollenweber, Winterhalter, Th. Heiden, L. Leigh in München, D. Vollgold Sohn, Sy & Wagner, Werner, H. Schaper in Berlin, A. Schürmann, Hessenberg, L. Posen in Frankfurt, Elimeyer in Dresden, Föhr in Stuttgart, Bacher in Wien, Wolfers in Brüssel.

Auch die allerneueste Geschmacksrichtung hat in der Edelmetallbearbeitung ihre Vertreter gefunden. Die Anregung hierzu dürfte auf die Aufsehen erregenden Arbeiten der New Yorker Firma Tiffany in der Ausstellung von Chicago zurückzuführen sein. Ein endgültiges Urteil über diese, allerorts zu verzeichnenden Ansätze wird voraussichtlich die Weltausstellung von 1900 gewähren.



Moderne Schmucksachen.
Nach Entwurf von Bruno Möhring, ausgeführt von J. H. Werner, Berlin.
Aus Kochs „Deutsche Kunst und Dekoration", Darmstadt.

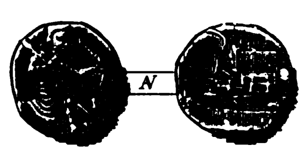
Münzwesen.

Im Altertume scheint sich das Münzwesen in den am Mittelländischen Meere gelegenen Ländern unabhängig vom östlichen Asien entwickelt zu haben. Obwohl uns von den Ägyptern, dem ältesten Kulturvolke, keine Metallmünzen überkommen sind, so ist es doch wahrscheinlich, daß sie zuerst Münzen zu prägen verstanden. Hierauf lassen verschiedene Umstände schließen. Aus der ältesten Zeit Ägyptens sind uns Münzen aus Serpentin, einem Material von schlangenhautähnlicher Färbung, erhalten, welche in Form eines Keiles mit darauf sitzender Halbkugel geschliffen waren und aus dem Schatze zu Onu (Heliopolis) stammen. Dieselben lassen sich mit den noch heute in entlegenen Gegenden Siams gebräuchlichen kleinen länglichen Porzellanmünzen einigermaßen vergleichen. Ägyptische Kaufleute kauften nach der biblischen Erzählung um 1900 v. Chr. Joseph um 20 Silberlinge von seinen Brüdern. Die letzteren wurden bekanntlich von Jakob nach Ägypten gesandt, um Korn zu kaufen, und gaben je einen Beutel mit Silberstücken für einen Sack Korn hin. Joseph häufte durch Verkauf des Kornes aus den Vorratshäusern so große Geldmengen im Königsschatze auf, daß das ganze Volk keine Kaufmittel mehr hatte und alles an Joseph für den Pharao geben mußte, um das Leben zu fristen und Saatgut zu erhalten. Da das Silbergeld zu jener Zeit bereits längst im Verkehre Ägyptens mit Kleinasien im Gebrauche sein mußte, so ist auf Grund der älteren Kultur der Ägypter anzunehmen, daß diese die Münzen bereits mehrere Jahrhunderte vorher in Benutzung hatten und die Kunst, Münzen zu prägen, kannten. Seit dem Auszuge der Israeliten aus Ägypten um 1500 v. Chr. sind nähere Benennungen und Wertangaben der Münzen bekannt. Allem Anscheine nach haben die Ägypter nur Silbergeld geführt.





1568. Lydische Goldmünze.



1569. Stater Dareikos.



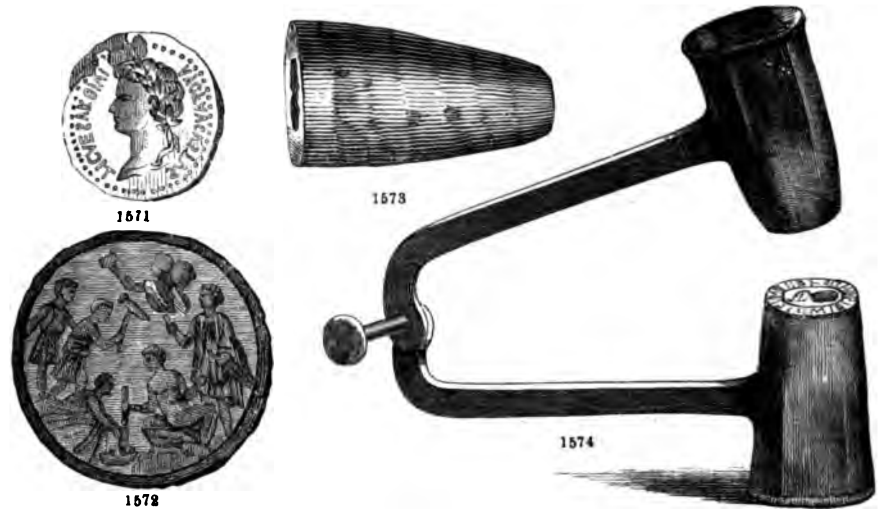
1570. Äginetischer Silberstater.

Von ihnen wird die Kunst, Münzen zu schlagen, sich auf die Assyrer und auf andere Völker, darunter vornehmlich die Phönicier, verpflanzt haben. Herodot bezeichnet die Lydier als die ersten in Vorderasien, welche außer Silbermünzen auch Goldmünzen führten. Abb. 1568 zeigt eine lydische Goldmünze, vielleicht aus der Zeit um 600 v. Chr., und läßt erkennen, daß diese nichts als ein gegossener Goldklumpen war, der zwischen einer viereckigen Unterlage und einem Stempel durch Hammerschläge die Prägung erhielt.

Darius Hystaspis (521—485 v. Chr.) teilte das von Cyrus gegründete persische Reich in 20 Provinzen mit je einem Statthalter (Satrapen) ein und bestimmte, daß die den Tribut in Silber zahlenden Provinzen nach babylonischem Gewichte und die den Tribut in Gold zahlenden Provinzen nach euböischem Gewichte rechnen sollten. Herodot erzählt, daß von den 20 Provinzen Indien die volk- und goldreichste war und jährlich an 360 Talente in Goldsand geliefert habe. Rechnet man nach Herodot für Gold den 13fachen Wert des Silbers, so kommen 4680 euböische Talente heraus. Alles in allem wird Darius einen jährlichen Tribut von 14560 euböischen Talenten, d. i. nach Hultsch etwa 68 Millionen Mark, erhalten haben. Nach Herodot ließ Darius alles Edelmetall schmelzen, in thönerne Gefäße gießen und nach dem Erkalten die Thonhülle zerschlagen, darauf von den erhaltenen vermutlich barrenförmigen Klumpen bei Bedarf Edelmetall abhauen. Die so erhaltenen Metallstücke wurden für den Umlauf zu Münzen geschlagen. Abb. 1569 zeigt in Vorder- und Hinteransicht eine solche Münze in Gold, den „Stater Dareikos“, mit dem Bilde eines knieenden Kriegers mit einem Speere. Diese Münze war in ganz Kleinasien und Griechenland verbreitet. Von 300 solchen, aus einem Gold-

funde vom Berge Athos herrührenden Dareiken wogen 125 Stück durchschnittlich 8,35 g. Der Stater Dareikos ist der griechische Didrachmon, von denen 3000 auf das euböische Goldtalent zu rechnen sind. Der babylonische Silberstater, welcher von den persischen Satrapen und von kleinasiatischen Städten geschlagen wurde, war neben dem Goldstater in Vorderasien verbreitet. Ihm entspricht der altgriechische Silberdidrachmon von 9,5 bis 11,5 g Gewicht. Eine ähnliche, halb so große Münze war der medische „Siglos“, später „Silberdareikos“ genannt, von etwa 5,56 g Gewicht.

Von den Phöniciern hatten die Griechen unter Pheidon um 750 v. Chr. das Gewichts- und Münzsystem übernommen. Abb. 1570 veranschaulicht einen äginetischen Silberstater, der auf der Vorderseite eine erhabene Schildkröte und auf der Rückseite den zufälligen Abdruck des Unterstempels, ein vertieftes verschwommenes Viereck zeigt. Die einzelnen Staaten führten für die Münzen wappenartige Abzeichen, so Athen einen Ölkrug, Rhodus eine Rose u. s. w. In der äginetischen Währung hatte das Silbertalent ein Gewicht von 37,2 kg und die Mine ein solches von 6,2 kg Gewicht. Die wirklich geprägten Münzen waren der oben erwähnte Stater von 12,4 g, die Drachme von 6,2 g, das Triobolon von 3,1 g, der Obolos von 1,03 g und der Hemiobilion von 0,52 Gewicht.



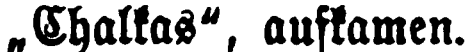
1571 bis 1574. Alte Prägvorrichtung, Prägstempel und Münzen aus Antiochien.

Solon führte um 594 v. Chr. neben seiner neuen Gesetzgebung eine Änderung des Münzfußes, die attische Währung, ein, welche, der lydisch-euböischen nachgebildet, allmählich die fremde Währung aus Griechenland verdrängte. In der attischen Währung, welche anfangs ausschließlich für Silbermünzen, später auch für die neu aufkommenden, jedoch in geringeren Mengen geprägten und anscheinend für den fremden Verkehr bestimmten griechischen Goldmünzen galt, hatte das Silbertalent ein Gewicht von 26,2 kg. Es enthielt 60 Minen von je 436,6 g Gewicht und die Mine 100 Drachmen von je 4,366 g Gewicht. Wie man sieht, kannten die Griechen bereits eine Hundertteilung der Münzeinheit, welche bei uns erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit eingeführt ist. Die Griechen brachten die Stempelschneidekunst bald auf eine hohe Stufe, namentlich waren die Stempelschneider von Syrakus um 400 v. Chr. wegen ihrer Leistungen berühmt. Die Geräte aber, deren sich die Griechen bedienten, waren mangelhaft. Abb. 1571 bis 1574 veranschaulichen Prägstempel und Münzen aus Antiochien, welche sich selbst erklären.

Abb. 1575 zeigt einen Tetradrachmon (vier Drachmen) von Athen aus der Zeit der Perserkriege um 490 v. Chr. Die Münze trägt auf der Vorderseite einen Pallaskopf und auf der Rückseite eine Eule. Die Münzen der anderen Städte zeigen fast immer ihre Schutzgöttin, Minerva, Ceres u. s. w. Abb. 1576 veranschaulicht einen schon viel

feiner ausgebildeten Tetradrachmon von Aenos in Thrakien aus der Zeit um 400 v. Chr., welcher vorn einen Hermeskopf und hinten einen Bock trägt. Diesen Münzen waren aber an Feinheit und Schönheit die gleichzeitig geprägten Syrakuser Münzen noch überlegen. Der Dekadrachmon (zehn Drachmen) trägt auf der Vorderseite den prachtvoll ausgeführten Kopf der Persephone und auf der Rückseite ein nicht minder gelungenes Viergespann mit Waffen darunter als Siegespreisen.

Wie bereits erwähnt, gebrauchten die Griechen in der ersten Zeit nur Silbermünzen. Sie gingen in der Teilung des Silbers so weit, daß die kleinsten Münzen gar nur $^1/_5$ g wogen. Diese, im Metallwerte von etwa 4 Pfennig nach unserer Reichswährung, genügten aber dem Bedürfnisse nicht mehr, so daß um etwa 400 v. Chr. Kupfermünzen, „Chalkas", aufkamen.





1575. Tetradrachmon von Athen.



1576. Tetradrachmon von Aenos in Thrakien.

Die attische Währung war wegen ihrer großen Brauchbarkeit und der Zuverlässigkeit Athens im Handel und Verkehr allenthalben zu so hohem Ansehen gelangt, daß sie nach der Unterwerfung Athens durch Philipp von Makedonien (361—336 v. Chr.) von diesem zum Teil in seinem neuen Reiche eingeführt wurde. In den letzten Jahren Philipps kamen durch neuentdeckte Gold- und Silberminen ungeheuere Massen edler Metalle in den Besitz des Königs, der sie mit seinem Bildnisse und Namen zu Münzen prägen ließ.

Zur Zeit Alexanders des Großen (336—323 v. Chr.) wurden die kleinsten Silbermünzen eingezogen, so daß nur diejenigen bis zum Triobolon im Gewichte von 3,18 g blieben und die kleineren Münzen sämtlich in Kupfer von je 10 bis 11 g Gewicht herab geschlagen wurden. Aus jener Zeit stammt der in Abb. 1577 dargestellte Tetradrachmon, welcher auf der einen Seite den Kopf des Herakles und auf der anderen Seite das Zeusbild trägt. Ähnliche Münzen trugen auch den Kopf von Alexander selbst.



1577. Tetradrachmon Alexanders des Großen.

Die anderen zahlreichen Länder am Mittelländischen Meere schlossen sich zwar mehr oder weniger an die babylonisch-persische und attische Währung an, doch schlugen sie eigene Münzen mit verschiedenen Geprägen. Die meisten dieser Münzen wurden aber von der attisch-makedonischen Währung verdrängt, und die letztere herrschte mit geringen Wechseln bis zum Beginne der römischen Weltherrschaft.

Die attischen Münzen bestanden aus fast reinem Silber und Gold, auch gab es Münzen aus einer „Elektron" genannten Mischung von Silber und Gold. Schon im grauen Altertum hatten die Münzen oftmals durch menschliche Habsucht und Gier eine Verringerung des Gewichtes, Verschlechterung und selbst Fälschung erfahren. Zur Zeit Solons stand in fast allen griechischen Staaten die Todesstrafe auf die Falschmünzerei. Nach einer Äußerung Solons selbst hatten viele Staaten Silbermünzen im Umlaufe, welche offenkundig mit Blei und Kupfer vermischt waren. Daher genossen die attischen Münzen wegen ihrer Vollwertigkeit hohes Ansehen auch bei fremden Völkern, welche sie bei Zahlungen von Kriegsentschädigungen verlangten.

Die alten Römer und die ursprünglichen Bewohner Italiens waren arm und führten, als sie bei steigendem Wohlstande vom Tauschhandel abgingen, gegossene Kupferbarren, welche mit der Marke ihres Gewichtes versehen und zum Teil sehr groß und schwer (aes grave) waren. Etwa um 450 v. Chr. gründeten sich die Wertzeichen der Kupferstücke auf das As, das Pfund. Die Kupfermünzen wurden aus mit Zinn und Blei legiertem Kupfer gegossen und hatten auf der einen Seite das Wappen der Stadt, nämlich das Vorderteil eines Schiffes, und auf der anderen Seite einen Götterkopf, den doppelköpfigen Janus (s. Abb. 1578), Jupiter, Merkur und Herkules oder das Symbol der Roma. Diese erste Münzwährung dauerte etwa 200 Jahre.

Infolge des Krieges der Römer mit Pyrrhus (282—272 v. Chr.) und durch ihren Verkehr mit den griechischen Städten Unteritaliens waren sie in den Besitz der Mittel gelangt, um sich wertvollere und weniger lästige Münzen zu verschaffen. Um 270 v. Chr. wurde eine neue Silberwährung gesetzlich eingeführt und gleichzeitig eine Münzstätte im Tempel der Juno errichtet. Die neuen Münzen trugen auf der einen Seite einen weiblichen



1578. Römisches As. (Kupfermünze, natürl. Größe.)

Kopf mit beflügeltem Helm, wahrscheinlich das Sinnbild der Roma, und auf der anderen Seite die beiden Dioskuren zu Pferde (s. Abb. 1579), nebeneinander mit eingelegter Lanze, rundem Schifferhute und wehendem Mantel sprengend, während über ihren Köpfen der Morgen- und Abendstern und unter der Bodenlinie die Inschrift „Roma" angebracht war. Bald danach kam außer den Dioskuren (Götterbrüdern, welche nach der Sage den Römern einst in der Schlacht am See Regillus den Sieg brachten) auch die geflügelte Viktoria auf dem Zweigespann als Gepräge auf. Die römische Münzeinheit, der Silberdenar von anfangs 4,55 g, später 3,9 g Gewicht, entsprach der attischen Drachme von 4,37 g Gewicht und wurde in Halbdenare oder Quinare und Vierteldenare oder Sesterzen eingeteilt. Die Kupfermünzen wurden im Gewichte vermindert (trientales Gewichtssystem) und zum Zeichengelde herabgesetzt. Der in Abb. 1579 dargestellte Denar wurde zu 10 Assen gerechnet und trug deshalb die Ziffer X, der ganz ähnliche Quinar galt gleich 5 Assen und trug die Ziffer V, der ebenfalls ganz ähnliche Sesterz im Werte von $2\frac{1}{2}$ Assen hatte die Zahl 11S und galt auch gleich einem As nach dem alten (libralen) Gewichtssystem. Die Römer rechneten mit Vorliebe nach Sesterzen statt Denaren, und es waren 250 Denare gleich 1000 Sesterzen. Die Silbermünzen waren aus sehr reinem Silber, doch wurden sie in ihrem Gewichte nach und nach etwas vermindert. Während der Zeit der Republik wurden fast keine Goldmünzen geprägt, obwohl der Staat sich der



1579. Römischer Silberdenar aus der Zeit der Republik (natürl. Größe).

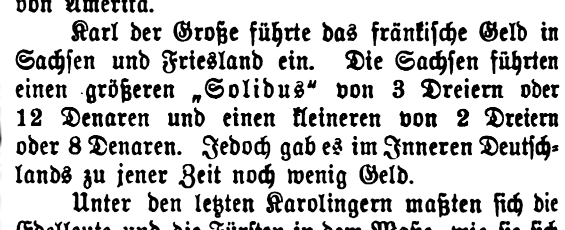
Goldbarren vielfach als Zahlungsmittel bediente. Infolge der Entdeckung reicher Goldlager in den Alpenländern und des Einströmens großer Goldmengen als Kriegsbeute Cäsars aus dem gallischen Kriege um 55 v. Chr. war der Wert des Goldes so gesunken, daß das Pfund statt 4000 Sesterzen nur noch 3000 Sesterzen galt. Um dem Gold zu höherem Werte zu verhelfen, ließ Cäsar es ausmünzen. Dabei hatte die Goldmünze, der „Aureus", den Wert von 100 Sesterzen. Nach Cäsars Tode (44 v. Chr.) fuhr der Senat fort, Silbermünzen und der jeweilige Befehlshaber unabhängig von demselben Silber- und Goldmünzen zu prägen. Unter der Regierung des Kaisers Augustus wurde der seit 16 v. Chr. begonnene Übergang zur Goldwährung vollzogen. Während der folgenden Zeit bis Septimius Severus (193—211 n. Chr.) wurden die römischen Münzen im großen und ganzen wenig im Gewichte vermindert. Von da ab aber wurden schlechtere Münzen häufiger, welche teils im Gewichte vermindert, teils aus Legierungen der Edelmetalle hergestellt waren. Die Silbermünzen, welche weit über Bedarf geschlagen wurden, sanken zum Zeichengelde (Scheidemünze) herab, da sie mehr Kupfer, als Silber enthielten. Die Völker weigerten sich schließlich, die Währungsgoldmünzen zum Nennwerte anzunehmen, und die Kaufleute griffen wieder, wie schon so oft in früheren Zeiten, zur Wage, um das Gewicht der Gold- und Silberbarren zu ermitteln, und prüften die Metalle auf ihren Feingehalt. Konstantin der Große (306—337 n. Chr.) führte daher eine neue Münzordnung ein, welche der Münzverschlechterung und Fälschung ein Ende machte und die ganze Völkerwanderung überdauerte. Um jede Beziehung zur alten Währung zu vermeiden, hieß die neue Goldmünze von 4,55 g Gewicht „Solidus" (= Ganzstück). Außer ihr wurden auch Drittel-Solidi von je 1,52 g Gewicht und halbe Solidi von je 2,27 g Gewicht geprägt. Um 650 n. Chr. war das Gewicht des Solidus auf kaum 4,4 g herabgegangen. Die Goldmünzen waren bei allen Völkern als internationales Geld gang und gäbe. Unter Konstantin gingen 18½ Denare auf den Goldsolidus, es kam aber auch eine neue Silbermünze auf, von denen 1000 Stück auf ein Pfund Gold gingen, weswegen sie den Namen „Miliarense" erhielt. Dieser Name ist noch heute im portugiesischen „Milreïs" erhalten. Das Wertverhältnis zwischen den Gold- und Silbermünzen wurde nach den Marktverhältnissen geregelt. Diese Doppelwährung hielt sich aber nicht lange, und die Silbermünzen wurden wieder vernachlässigt. Es waren auch Kupfermünzen von 10, 8, 2½ und 2 g Gewicht im Umlaufe, welche für größere Zahlungen in Beutel von 20 bis 25 Pfund Gewicht, d. h. im Werte eines Solidus, verpackt wurden. Dieser Brauch erhielt sich noch im Mittelalter; an ihn erinnert noch das gegenwärtige englische Pfund Sterling.




1580. Silberdenar aus der Zeit Karls des Großen.

Im Lande der Franken (seit etwa 250 n. Chr.) galt in den dem Verkehr zugänglichen Gegenden, wie bereits erwähnt, die konstantinische Währung, da die Germanen nach Tacitus kein eigenes Geld hatten, obwohl die Gallier schon Münzen mit dem Bilde eines Pferdes oder Rindes schlugen. Als Hauptumsatzmittel galten das Pfund Gold, der Goldsolidus, der Tremissis oder Dreier d. h. der dritte Teil des Goldsolidus, das Pfund Silber, der Silbersolidus, der Silberdreier und der Denar, doch waren wirkliche Münzen nur der Goldsolidus, der Golddreier und der Silberdenar. Der Goldsolidus enthielt 40 Denare und der Silbersolidus 12 solche Denare. Das Gewicht und die Feinheit der Denare, welche die Franken bei ihrer Armut als eigentliche Hauptmünzen benutzten, wechselte häufig. Die Münzen wurden oft betrügerisch beschnitten, und die Ungenauigkeit der Prägstempel verursachte erhebliche Gewichtsschwankungen. Die Merowinger (etwa um 450 n. Chr.) fingen an, Münzen zu prägen und zwar die Solidi meist mit einem Wappenschilde, woher ihr Name „Schildling", später „Schilling" kommt. Die Goldmünzen ließen sie auch mit ihrem eigenen Bildnisse schlagen. Dasselbe geschah unter den Karolingern. Der Denar aus der Zeit von Pipin dem Kleinen (752—768 n. Chr.) wog anfangs 1,09 g, später 1,23 g; derjenige aus der Zeit Karls des Großen (768—814 n. Chr.) anfangs 1,23 g und später 1,7 g. Abb. 1580 zeigt

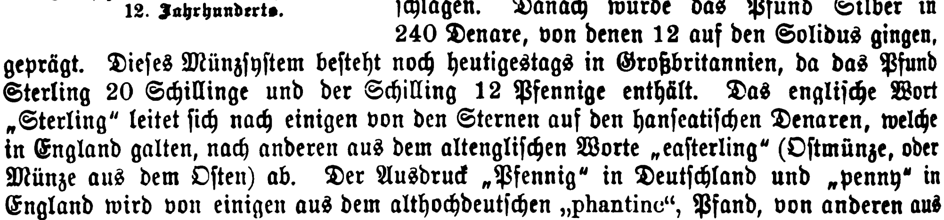
einen Silberdenar von Karl dem Großen. Im 8. Jahrhundert war der Wert des Geldes beinahe zehnmal so hoch, als im Durchschnitte des 19. Jahrhunderts. Schon im 9. Jahrhundert, als das von Karl dem Großen auf Schiffen die Donau abwärts gesandte Frankenheer das große befestigte Lager der mit den Überresten der Hunnen vereinigten Avaren erstürmte und die dort aufbewahrten, während mehrerer Jahrhunderte im südwestlichen Europa geraubten Schätze nach dem westlichen Frankenreiche brachte, sank der Geldwert um ein Drittel. Die spätere weitere Geldentwertung, also Preiserhöhung, erklärte sich einerseits durch den Aufschwung des Bergbaues, anderseits durch die riesige Vermehrung der Edelmetalle infolge der Entdeckung von Amerika.



1581. Deutscher Silberbrakteat zu Ende des 12. Jahrhunderts.

Karl der Große führte das fränkische Geld in Sachsen und Friesland ein. Die Sachsen führten einen größeren „Solidus“ von 3 Dreiern oder 12 Denaren und einen kleineren von 2 Dreiern oder 8 Denaren. Jedoch gab es im Inneren Deutschlands zu jener Zeit noch wenig Geld.

Unter den letzten Karolingern maßten sich die Edelleute und die Fürsten in dem Maße, wie sie sich unabhängig machten, das Münzrecht an. Schon im 10. Jahrhundert gab es Tausende von Münzherren. Jede Stadt, jedes Kloster, jeder Graf ließ seine eigene Münze nach der karolingischen Münzordnung schlagen. Danach wurde das Pfund Silber in 240 Denare, von denen 12 auf den Solidus gingen, geprägt. Dieses Münzsystem besteht noch heutigestags in Großbritannien, da das Pfund Sterling 20 Schillinge und der Schilling 12 Pfennige enthält. Das englische Wort „Sterling“ leitet sich nach einigen von den Sternen auf den hanseatischen Denaren, welche in England galten, nach anderen aus dem altenglischen Worte „easterling“ (Ostmünze, oder Münze aus dem Osten) ab. Der Ausdruck „Pfennig“ in Deutschland und „penny“ in England wird von einigen aus dem althochdeutschen „phantinc“, Pfand, von anderen aus dem keltischen Worte „pen“ für Kopf abgeleitet.



In Frankreich, Spanien, Großbritannien blieb wegen Aufrechthaltung der einheitlichen Königsgewalt und auch in Italien dank dem großen Handelsverkehre die Münzordnung im wesentlichen unverändert. In Deutschland dagegen war entsprechend der politischen Zerrissenheit des Landes im Laufe der Jahrhunderte, wie bereits erwähnt, eine große Zersplitterung eingerissen. Dies läßt sich aus mehreren Ursachen erklären. Das Deutschland diesseits des römischen Grenzwalles war nur entfernt mit der römischen Kultur in Berührung gekommen, und die fränkische Herrschaft währte nicht lange genug, um den Sondergeist der verschiedenen Stämme zu brechen. Die ausschließlich Ackerbau und Viehzucht treibende Bevölkerung war zu arm, als daß das Geldwesen bei ihr eine hohe Entwickelung nehmen konnte. Die verschiedenen Fürsten, Bischöfe, Klöster und Städte bedienten sich des Münzrechtes häufig nur, um sich durch Verschlechterung des Geldes aus ihren Verlegenheiten zu reißen. Gallien und Großbritannien dagegen waren 400 Jahre unter römischer Herrschaft, bevor sie unter germanische Botmäßigkeit gerieten.



1582. Pfälzer Goldgulden.

Noch heute herrschen in Amerika und Australien Verhältnisse, welche Ähnlichkeit mit denjenigen im alten Deutschland haben und uns daher die Ursache unserer früheren Geldverhältnisse begreifen lassen. Die Vereinigten Staaten, nach Großbritannien das reichste Land der Welt, liefern ihren Überschuß an Rohprodukten an Europa ab und haben die reichsten Silber- und Goldbergwerke. Dessenungeachtet sind die Ansiedler in den neuen Territorien häufig sehr arm an Geld und daher manchmal genötigt, sich mit dem allen Naturvölkern gemeinsamen Tauschhandel zu behelfen. Nun waren in Europa

in der ersten Hälfte des Mittelalters auch reiche und arme Länder. Zu den ersten gehörten die Mittelmeerländer und zu den letzteren Deutschland, Skandinavien und die slawischen Ostländer.

Wegen der Armut der Deutschen waren lange Zeit, ähnlich wie bei den älteren Römern und Griechen, nur Silbermünzen im Umlauf. Um die Mitte des 12. Jahrhunderts kamen in Mittel- und Norddeutschland, sowie in Schwaben und Skandinavien die auf einer Seite erhabenen und auf der anderen hohlen silbernen Münzen mit nur einer Prägung, „Brakteaten“, auf, von denen eine in Abb. 1581 dargestellt ist. Erst im 14. Jahrhundert kommen die Goldmünzen, darunter die Florenzer Dukaten, auf. Diese führten ihren Namen nach König Roger II. von Sizilien in seiner Eigenschaft als Herzog (ducato) von Apulien und hießen güldene Dukaten oder „Goldgulden“, auch nach der Stadt Florenz „florin“. Ebenfalls in Deutschland wurden zum erstenmal Goldmünzen geprägt, als Beispiel zeigt Abb. 1582 einen pfälzischen Goldgulden. Um 1486 wurden unter Herzog Sigismund von Tirol große Silbermünzen, anfangs „Guldengroschen“ genannt, ausgeprägt, wozu die reiche Silberausbeute im Erzgebirge und in Ungarn den Anlaß gab. Die eigentliche regelmäßige Prägung der Guldengroschen geschah durch die Grafen Schlick, welche ihre reichen Bergwerke von Joachimsthal auf der Südseite des Erzgebirges ausbeuteten. Die Joachimsthaler Guldengroschen wurden kurzweg Joachimsthaler, später „Thaler“ genannt. Zu jener Zeit wurden, um der ungeheueren Verschlechterung des Gehaltes der Pfennige zu steuern, nacheinander verschiedene Münzordnungen vorgeschlagen und verworfen. Erst unter Kaiser Ferdinand I. kam 1559 eine neue Münzordnung zustande, welche 1561 auch in den österreichischen Erblanden eingeführt wurde. Hiernach wurde der Guldenthaler in 60 Kreuzer (nach dem eingeprägten Kreuze) eingeteilt, welche letzteren die Pfennige beseitigen sollten. Abb. 1583 zeigt einen vom Kaiser Ferdinand I. geprägten böhmischen Thaler. Die Kreuzerrechnung war in Österreich und Süddeutschland verbreitet, während in Norddeutschland nach Thalern und Gulden gerechnet wurde.



1583. Böhmischer Thaler.



1584. Amerikanisches Silber.

Während des Dreißigjährigen Krieges (1618—1648) wurden die Münzen wieder vielfach verschlechtert, da viele Fürsten sich nicht anders aus ihren Geldverlegenheiten zu helfen wußten. Besonders in den österreichischen Landen wurden von 1621—1623 die Thaler mit 50%, dann 75% Kupfer legiert; zuletzt bestanden sie ganz aus Kupfer und erhielten nur einen Silberüberzug.

In fast allen Ländern waren im Laufe der Zeit die Namen der Hauptmünzen nach und nach auf die Teil- und Scheidemünzen übertragen und damit erniedrigt. So war z. B. in Italien und Frankreich die Bezeichnung des Pfundes, „libra“, dann „lira“, und „livre“ auf ein Silberstück, des „Solidus“, der ursprünglichen Goldmünze, in Italien als „soldo“ und in Frankreich als „sol“, später „sou“, auf eine kupferne Scheidemünze, der

„Denar“ der ursprünglichen Silbermünze in Italien als „danaro“, in Frankreich als „denier“ auf die kleinste kupferne Scheidemünze übertragen.

Auf die fernere Entwickelung des Münzwesens seit dem Dreißigjährigen Kriege soll hier wegen Mangel an Raum nicht weiter eingegangen werden.

Im Welthandel gelten gegenwärtig außer den Gold- und Silbermünzen auch ungemünztes Gold und Silber, „Bullion“ genannt, in Form von Barren, Scheiben, Sand oder dergl. als Geld, indem man das ungemünzte Metall und die fremden Münzen, die letzteren ohne Rücksicht auf die ihnen beigelegte Wertbezeichnung, wägt und den Wert hiernach, sowie nach dem Feingehalt bestimmt. Abb. 1584 u. 1585 veranschaulichen beispielsweise südamerikanisches und Abb. 1586 chinesisches Silber.



1585. Amerikanisches Silber.

In Ostasien sind die ältesten Münzen die chinesischen Kupfermünzen, welche, abgesehen von einigen rechteckigen plattenförmigen Stücken, meist dieselbe kreisrunde Gestalt mit einem quadratischen Loche in der Mitte haben. Sie sollen schon 2000 Jahre v. Chr. vorhanden gewesen sein. Die Löcher der Münzen gestatten es, eine Anzahl derselben auf einer Schnur aneinander zu reihen. Im Inneren Chinas gelten noch heutigestags diese Kupfermünzen, so daß China thatsächlich die Kupferwährung hat. Für den großen Verkehr im Inneren des Landes bedienen sich, nebenbei bemerkt, die Chinesen seit vielen Jahrhunderten des Papiergeldes, um die Weitläufigkeiten der schwerfälligen Währung zu umgehen. Nur für den Verkehr mit dem Auslande haben die Chinesen rechteckige plattenförmige Silber- und Goldmünzen geprägt. In den Vertragshäfen gelten außerdem noch fremde Münzen.



1586. Chinesisches Silber.

Die alten indischen Münzen schließen sich in Gestalt und Prägung an die spätesten Münzen der griechisch-indoskythischen Könige (um 300 v. Chr.) an, nur daß die griechische Inschrift durch die einheimische ersetzt wurde. Auf die weitere Entwickelung des Münzwesens in Indien und überhaupt auf das Münzwesen der übrigen asiatischen Länder kann hier nicht eingegangen werden.

Zu den für Münzen angewendeten Metallen, Gold, Silber und Kupfer, ist in der letzten Hälfte dieses Jahrhunderts Nickel hinzugekommen, welches in einigen Ländern (Österreich und Schweiz) rein und in anderen (Deutschland, Belgien, Vereinigte Staaten von Amerika, Brasilien) legiert und zwar aus 25 Teilen Nickel und 75 Teilen Kupfer zu Scheidemünzen ausgeprägt wird.

Von 1828—1845 hat die russische Regierung allerdings das Platin zum Ausprägen von Münzen verwendet, doch mußte sie die Prägung wieder aufgeben. Die Münzen waren im Verhältnisse zu ihrem hohen Werte zu unansehnlich und wurden daher nur ungern und nur mit Mißtrauen aufgenommen. Auch ist die Platinproduktion der Erde nicht groß genug, während das Metall für chemische Laboratorien und einige Zweige

der chemischen Technik nicht zu entbehren ist, daher nicht für andere Zwecke verwendet werden darf.

Da Gold, Silber und Kupfer im reinen Zustande so weich sind, daß die daraus verfertigten Münzen im Umlaufe nicht allein das Gepräge durch Niederdrücken einbüßen, sondern auch durch Abreiben an Gewicht verlieren, so werden schon lange keine Münzen mehr, abgesehen von Denkmünzen und dergl., aus reinen Metallen geprägt. Man legiert vielmehr Gold und Silber mit Kupfer, Kupfer mit Zinn und Zink und erhält härtere Legierungen, so daß die daraus geprägten Münzen dauerhafter sind. Die Mischungsverhältnisse der Legierungen sind gesetzlich vorgeschrieben, und man nennt den Gehalt einer Münze an reinem Golde oder Silber den „Feingehalt". Nachstehend folgt ein Verzeichnis einiger hierauf bezüglichen bemerkenswerten Zahlen:

Deutsches Reich:

für sämtliche Goldmünzen	0,900 Gold
für sämtliche Silbermünzen und die seit 1857 geprägten Vereinsthaler	0,900 Silber
für die norddeutschen Thaler vor 1857	0,750 Silber
für die nicht mehr gültigen alten preußischen Silbergroschen . .	0,220 Silber

Österreich:

für die neuen Goldmünzen	0,900 Gold
für die neuen Silbermünzen	0,835 Silber

Frankreich, Italien, Belgien und Schweiz:

für sämtliche Goldmünzen	0,900 Gold
für Fünffrankstücke	0,900 Silber
für die übrigen Silbermünzen	0,835 Silber

England:

für die Sovereigns	0,916 Gold
für die Silbermünzen	0,925 Silber

Vereinigte Staaten von Amerika:

für die Goldmünzen	0,900 Gold
für die Silbermünzen	0,900 Silber.

Die Kupfermünzen bestehen in Deutschland, Österreich, Frankreich, Großbritannien und anderen Ländern aus 95 Teilen Kupfer, 4 Teilen Zinn und 1 Teil Zink.

Unter „Münzfuß" versteht man die Zahl der Münzen bestimmter Gattung, welche aus einem vorgeschriebenen Gewichte des Feinmetalles geprägt werden. Im deutschen Münzfuße werden aus 1 Pfund oder 500 g Feingold für 1395 Mark Nennwert Goldmünzen und aus 1 Pfund Feinsilber für 100 Mark Nennwert Silbermünzen gefertigt. Es enthalten also 20 Fünfmarkstücke, 50 Zweimarkstücke, 100 Einmarkstücke und 200 Fünfzigpfennigstücke 1 Pfund Feinsilber. Weil es bei der Massenherstellung von Münzen unmöglich ist, für jede einzelne Münze den vorgeschriebenen Feingehalt und das vorgeschriebene Gewicht ganz genau einzuhalten, so ist in allen Ländern für die zulässigen Abweichungen vom vorgeschriebenen Feingehalte und Gewichte ein Höchstmaß, die „Toleranz", gesetzlich festgestellt. Dabei wird eine gewisse Menge Münzen zusammengewogen, um ihr richtiges Gewicht festzustellen, indem man von der Voraussetzung ausgeht, daß die Mehrgewichte und die Mindergewichte der einzelnen Münzen sich gegenseitig aufheben. Im Deutschen Reiche beträgt z. B. die Toleranz:

	im Feingehalte Hundertstel	im Gewichte Hundertstel
für goldene Zwanzig- und Zehnmarkstücke	± 0,2	± 0,25
für goldene Fünfmarkstücke	± 0,2	± 0,40
für Silbermünzen	± 0,3	± 1,00

Die jetzigen Münzen sind fast ohne Ausnahme kreisrund, während im Altertume, wie bereits oben erwähnt, ovale, also längliche, und keilförmige Münzen vorkamen. Für die runde Gestalt der Münzen wird als Vorteil geltend gemacht, daß die Münzen so am bequemsten zu handhaben, zu verpacken und zu sortieren seien. Jedoch ist nicht zu leugnen, daß insbesondere die deutschen Reichsmünzen gerade wegen ihrer kreisrunden Gestalt so häufig Anlaß zu Verwechselungen geben. Wer wird die silbernen Fünfzigpfennigstücke in der Dunkelheit so leicht von den Zehnpfennignickeln oder bei schlechter Beleuchtung gar von den goldenen Zehnmarkstücken unterscheiden können? Es wurden daher schon Vorschläge gemacht, zur besseren Unterscheidung der verschiedenen Reichsmünzen den letzteren besondere Gestalten, z. B. den Nickeln eine quadratische und den silbernen Fünfzigpfennigstücken eine fünfeckige Form mit stark abgerundeten Ecken zu geben.

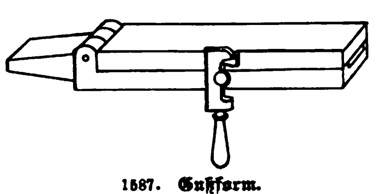
Das Gepräge der Münzen soll nicht nur den Wert derselben angeben, sondern auch die Münzen vor betrügerischen Gewichtsverminderungen durch Befeilen oder Abdrehen schützen und ganz besonders der Fälschung entgegenwirken, weil die echten Münzen meist viel schärfer und sauberer geprägt sind als die falschen. Besondere Wichtigkeit hat das sogenannte Stäbchen, nämlich der schmale Reifen am Rande der Münze, an welchem entweder volle oder halbe Perlen liegen. Dieser Reifen tritt stärker hervor als das Gepräge, so daß die auf dem Tische liegende Münze denselben nur im Reifen und nicht auch im Gepräge berührt, daher das Gepräge geschont wird. Der Reifen läßt etwaige betrügerische Verkleinerungen um so leichter erkennen, je schmäler er ist. Auch die Rändelung oder Randverzierung soll die Münzen gegen betrügerische Wegnahme von Metall schützen. Die deutschen Reichsmünzen tragen Zeichen der Münzstätten und zwar A für Berlin, B für Hannover, C für Frankfurt a. M., D für München, E für Dresden, F für Stuttgart, G für Karlsruhe, H für Darmstadt, J für Hamburg. Neuerdings werden der Symmetrie wegen diese Buchstaben doppelt geführt.

Die Arbeitsstufen bei der Umwandlung von Rohmetallen in Münzen sind folgende: 1) Schmelzen der Legierung; 2) Gießen in Barren oder Zaine; 3) Strecken der Zaine zu Blechstreifen; 4) Ausschneiden der Münzplättchen aus den Blechstreifen; 5) Justieren der Plättchen; 6) Sieden und Beizen derselben; 7) Rändeln und 8) Prägen.

Um eine Legierung von genau bestimmtem Mischungsverhältnisse herzustellen, muß man natürlich vor allem die Rohstoffe genau kennen. Diese können angekaufte Gold- und Silberbarren, alte Gold- und Silberwaren, eingezogene Münzen u. s. w. sein. Der Münzwardein hat die Aufgabe, bei allen diesen Rohstoffen zunächst den reinen Gold- oder Silbergehalt auf das genaueste zu ermitteln, um hiernach die Rechnung für die neue Legierung aufstellen zu können. Im Handel gibt es kein chemisch reines Gold oder Silber; im besten Falle sind darin zwei, oft aber bis zu fünf und acht Tausendstel fremde Metalle, nämlich Silber oder Kupfer, Blei u. s. w. enthalten. Alte Münzen und Geräte bestehen ohnehin aus Legierungen. Beim Umprägen alter Silbermünzen kann ein Silberzusatz erforderlich werden, in den übrigen Fällen ist es Aufgabe, zu ermitteln, wieviel Kupfer zuzusetzen ist, um die verlangte Legierung zu erhalten. Enthält das Silber Gold — und seien dies auch nur zwei Tausendteile — so sucht man das Gold zu gewinnen, und anstatt das Metall in die Münze zu geben, überläßt man es vorher den Scheideanstalten. Für Goldmünzen wird die zum Schmelzen bestimmte Mischung genau nach dem Verhältnisse von 900 Gold zu 100 Zusatz hergestellt. Bei Berechnung der Silberlegierung aber wird ein etwas geringerer Feingehalt zu Grunde gelegt, weil beim Beizen der Silberplatten eine Anreicherung des Gehaltes stattfindet, wodurch der Unterschied ausgeglichen wird. Die Stärke der Anreicherung ist bei den vier Gattungen der Reichssilbermünzen eine ungleiche; sie steht im umgekehrten Verhältnisse zur Größe der Münzen, so daß die Beschickung folgendermaßen berechnet werden muß: für Fünfmarkstücke 899,6, Zweimarkstücke 899,5, Einmarkstücke 899,4 und Fünfzigpfennigstücke 899,2 Tausendteile.

Das Einschmelzen der zu der Legierung erforderlichen Metalle geschieht in Tiegeln aus Graphit oder Thon und Graphit, bei Silberschmelzungen auch aus Gußeisen oder Schmiedeeisen. Je nach dem Umfange des Betriebes fassen die Tiegel 200—300 kg,

dagegen die schmiedeeisernen Tiegel bis zu 1100 kg. Für Goldschmelzungen dienen kleinere Graphittiegel. Die Tiegel werden leer in einfache, mit Holzkohle oder Koks geheizte Zugöfen gesetzt und erst, wenn sie rotglühend geworden sind, nach und nach mit den abgewogenen Metallen beschickt. Zur Abhaltung der Luft erhält das Metall eine Decke von Kohlenpulver. Ist die je nach den Umständen vier bis sechs Stunden, oft noch mehr Zeit erfordernde Schmelzung vollendet, so wird der Tiegelinhalt mit Stäben aus Graphit oder Eisen umgerührt, dann eine Probe vom Münzwardein ausgehoben und geprüft. Je nach dem Ausfalle der Probe kann das Münzmetall sofort ausgegossen werden, oder es muß, wenn das Mischungsverhältnis nicht ganz richtig ist, ein kleiner Zusatz (Nachbeschickung) zugegeben werden, um die vorgeschriebene Mischung zu erhalten. Darauf wird das flüssige Metall mittels eiserner Schöpflöffel in zweiteilige Gußformen (Abb. 1587) aus Guß- oder Schmiedeeisen gegossen, wo es in Gestalt von Barren, sogenannten Zainen, erstarrt (vergl. auch Abb. 1588).


1587. Gußform.

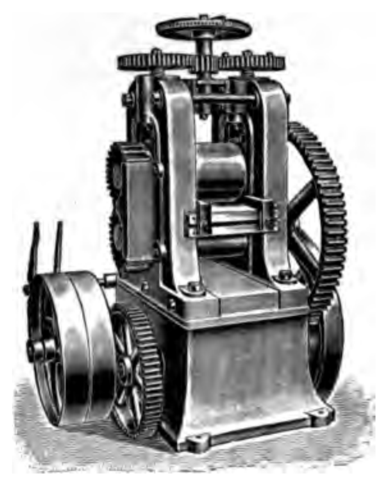
Die Gußformen lassen sich leicht öffnen und nach Herausnahme der Zaine, sowie erneutem Ausstreichen mit Fett oder Talg — um ein Anhaften des gegossenen Metalles zu verhüten — durch Schließen wieder bereit stellen. Es gibt auch Gießmaschinen, welche den Tiegel selbstthätig neigen und heben, um das Metall in eine Reihe aufeinander folgender Formen auszugießen. Die Formen sind in einem Kreise aufgestellt und werden ruckweise gedreht, damit eine Form nach der anderen unter den Tiegel kommt und gefüllt wird. Die gefüllten Formen rücken weiter und werden schließlich selbstthätig geöffnet, so daß die Zaine herausfallen, worauf sie wieder geschlossen werden und beim Weiterrücken wieder unter den Tiegel kommen, um neu gefüllt zu werden. Scheidemünzmetall gießt man in Sandformen, weil in Eisenformen das Kupfer durch die schnelle Abkühlung zu spröde werden würde.


1588. Die Schmelze.

Die Zaine sind 400—600 mm lang, 4—8 mm dick und fast so breit wie der einfache oder — bei zweireihigem Ausschlagen — doppelte Durchmesser der zu prägenden Münze, da beim Auswalzen der Zaine ihre Breite nur wenig zunimmt.

Die gegossenen und erkalteten Zaine werden in einem besonderen Walzwerke zwischen Walzen gestreckt, wodurch sie verdichtet werden und zugleich eine Verlängerung und Verminderung der Dicke unter schwacher Vergrößerung der Breite erfahren. Meist hat man zweierlei Walzwerke, das Vorwalzwerk (Abb. 1589) und das Fertigwalzwerk (Abb. 1590). Im ersteren werden die Zaine mehrere Male hintereinander gestreckt, wobei die Walzen jedesmal einander genähert werden, so daß die Zaine immer dünner werden. Beim Fertigwalzwerke sind dagegen die Walzen auf das genaueste eingestellt, um den Zainen die richtige Dicke zu erteilen, und die gestreckten Zaine werden nur ein paarmal hindurchgeschickt und dadurch „justiert". Die Zahl der Streckungen beträgt beim Vorwalzwerke zwischen 20 und 30. Die Zaine werden meist im kalten Zustande ausgewalzt, doch müssen sie nach je zwei- bis dreimaligem Durchgange durch die Walzen in Muffelröhren in einem Glühofen (Abb. 1591) ausgeglüht werden, sonst werden sie zu hart und dehnen sich nicht mehr aus.

Aus den fertiggestreckten Zainen wird zur Probe ein kreisrundes Plättchen, dessen Durchmesser ein klein wenig größer als derjenige der fertigen Münze ist, ausgestoßen und gewogen. Hat das Plättchen das richtige Gewicht gleich dem Gewichte der fertigen Münze nebst dem Gewichte des beim späteren Beizen und durch Erfahrung festgestellten Abganges, so werden die Zaine der bequemeren Handhabung wegen in Stücke von



1589. Vorwalzwerk von L. Schuler in Göppingen.



1590. Fertigwalzwerk von L. Schuler in Göppingen.

750—1500 mm Länge geschnitten. Diese Streifen kommen in eine Maschine, um ausgestückelt zu werden, d. h. es werden aus dem Streifen runde Scheiben, die bereits oben erwähnten „Plättchen", ausgestoßen, wie Abb. 1592 zeigt. An der Ausstückelungsmaschine geht ein Schieber auf und nieder, welcher am unteren Ende einen stählernen Drücker oder Stempel (S in Abb. 1593) trägt. Der letztere hat an der unteren Endfläche denselben Durchmesser wie die Münzstücke und tritt in der tiefsten Stellung in ein genau passendes Loch in einer Unterlage (m in Abb. 1593) ein, das auf dem Tische befestigt ist. Bei jedem Schiebergang wird von dem Stempel ein Metallplättchen aus dem Streifen ausgestoßen, welches herausfällt. Die Maschine selbst kann von verschiedener Bauart sein. Sie kann in kleineren Münzwerkstätten ein gewöhnlicher Durchschnitt mit senkrechter zweigängiger Schraubenspindel sein. Ein Arbeiter kann mit einer solchen Maschine in der Stunde 1000 bis 1800 Plättchen ausschneiden. Sind an dem Schieber aber zwei Stempel SS und auf dem Tische eine Platte m (Abb. 1594) mit zwei Löchern befestigt, so vermag der Arbeiter stündlich 2000 bis 3600 Plättchen auszustückeln. Bei Dampfbetrieb benutzt man Exzenterpressen (Abb. 1595), die 4000 bis 6000 und bei Anwendung von zwei Stempeln 8000 bis 12 000 Plättchen mittleren oder großen Durchmessers in der Stunde liefern, oder Kniehebelpressen ähnlich wie die später zu beschreibenden Prägmaschinen.



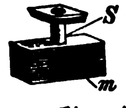
1591. Der Glühofen.

Wenn durch ein Versehen die Zaine ein wenig zu dünn gestreckt werden, so kann man dennoch Plättchen von dem richtigen Gewichte daraus schneiden, indem man einen etwas größeren Stempel mit Lochring anwendet. Diese Plättchen müssen dann beim späteren Rändeln stark zusammengedrückt werden, damit sie den richtigen Durchmesser er-

halten. Die übrig gebliebenen durchlochten Streifen (Abb. 1592) heißen **Schrote** und werden bei der nächsten Gelegenheit wieder eingeschmolzen. Bei dem Strecken und Ausstückeln werden von 100 kg Zainen durchschnittlich 67 kg Plättchen und 33 kg Schrote erhalten. Die durch das wiederholte Ausglühen schwarz gewordenen Plättchen werden zunächst verlesen, d. h. es werden alle Teilstücke und schadhaften Plättchen herausgesucht. Dann werden sie mit groben Leinen abgerieben, um sie von dem anhängenden Öl oder Schmutz zu befreien.




1592. „Ausstückeln" des Streifens beim Vorwalzwerke.

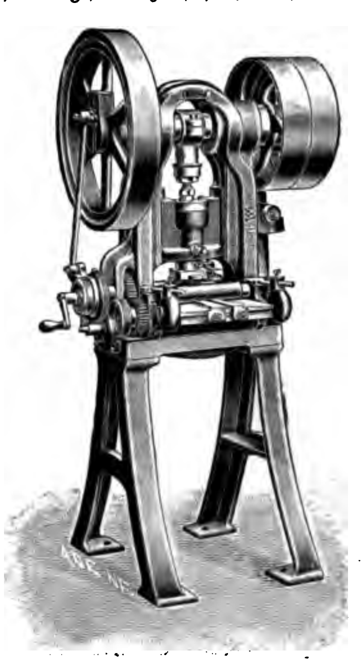


1593. Stempel und Lochplatte.



1594. Zwei Stempel und eine Platte mit zwei Löchern.

Die untersuchten und gereinigten Münzplättchen werden **justiert**, d. h. ihrem Gewichte nach vollständig berichtigt. Denn so große Genauigkeit auch immer beim Walzen der Zaine angewendet wurde, so kommen doch stets Abweichungen im Gewicht vor, da selbst scheinbare Kleinigkeiten auf die verschiedene Dicke der Plättchen Einfluß haben. So fällt z. B. die Dicke schon etwas verschieden aus, je nachdem sich die Walzen langsamer oder schneller drehen. Zum Justieren der Münzen hat im Justiersaale jeder Arbeiter eine kleine Wage, die **Justierwage**, in deren leere Schale er von den geringwertigen Münzen eine Anzahl Plättchen, etwa 1 kg entsprechend, einlegt, um zu sehen, ob sie das richtige Gewicht haben. Ist dies der Fall, so kümmert der Arbeiter sich nicht weiter um die einzelnen Stücke, sondern gibt sie weiter. Zu schwere Stücke werden mit zu leichten Stücken gemengt und abermals gewogen. Nur Münzen von größerem Werte, Ein-, Zwei- und Fünfmarkstücke und Goldmünzen, werden einzeln gewogen. Von den zu schweren Stücken werden von dem Arbeiter auf einer kleinen Maschine sofort so viel ganz dünne Spänchen abgehobelt oder abgeschabt, bis das richtige Gewicht erreicht ist. Durch Übung gelangt der Arbeiter bald dahin, von den Münzplättchen auf das erste oder zweite Mal gerade so viel abzunehmen, als ihr Übergewicht beträgt.



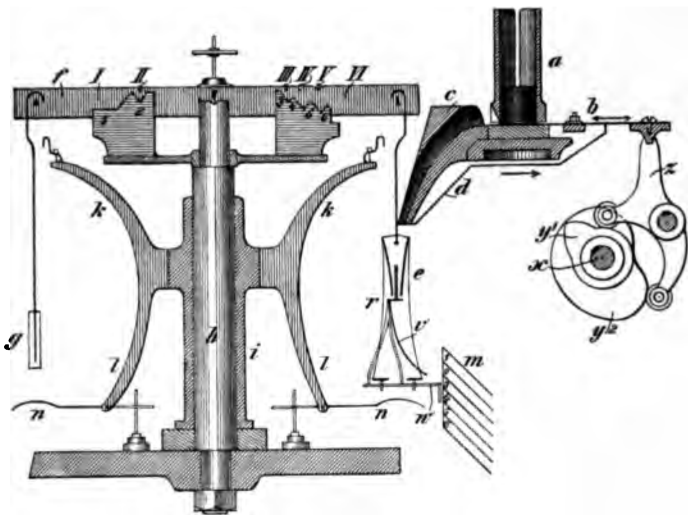
1595. Exzenterpresse.

Würde das Justieren nicht vorgenommen, so wäre das Geschäft von Spekulanten, sogenannten **Kippern und Wippern**, die ehedem ihr Wesen in ausgedehntem Maße trieben, immer noch einträglich genug, um die schwereren Münzstücke zurückzuhalten und einzuschmelzen und nur die zu leichten dem Verkehre zu lassen und so dem Staate einen großen Verlust zu verursachen, wenn derselbe einmal veranlaßt wäre, seine Münzen einzuziehen.

Um die immerhin langwierige Arbeit des Justierens zu erleichtern, hat man **Sortiermaschinen** eingeführt. Unter denselben hat die vom Mechaniker L. Seyß in Atzgersdorf bei Wien 1871 erfundene selbstthätige Maschine die meiste Verbreitung gefunden. Durch dieselbe wird es möglich, die Plättchen ohne weiteres Zuthun in eine Anzahl Gattungen von genau abgestuften Gewichten zu ordnen. Die Gattung Nr. 0 umfaßt die zu leichten und deshalb zu verwerfenden Münzen, die Gattung Nr. 1 die innerhalb der zulässigen Grenze zu leichten und die vollwichtigen

Münzen, die Gattung Nr. 2 die vollwichtigen und die innerhalb der zulässigen Grenze zu schweren Münzen, während die zu schweren und daher zu berichtigenden Münzen in die Gattungen Nr. 3, 4 und 5 fallen.

Abb. 1596 veranschaulicht eine Seyßsche Münzsortierwage. In den Becher a werden vom Arbeiter die Münzplättchen aufgegeben. Ein Schieber b, der von Daumenscheiben y^1 y^2 auf der Welle x durch Hebel z hin und her bewegt wird, schiebt das unterste Münzplättchen durch einen Spalt nach links heraus in den Trichter c, während die übrigen Münzplättchen im Becher a nachsinken. Im Trichter c wird das Münzplättchen von dem Schieber d vorläufig aufgehalten. In diesem Augenblick wird von der Maschine aus die Hülse i samt den Armen k l an der Säule h aufwärts geschoben, so daß die oberen Arme k k unter den Wagbalken f und die Federn n n an den Armen l l unter die Wagschale e und das Gewicht g greifen, um die Wage vor Stößen zu bewahren. Alsdann wird das Münzplättchen im Trichter c vom Schieber d freigegeben, so daß es nun in einen Trichter der Wagschale e fällt und darin auf dem Boden r aufruht, ohne eine Wirkung auf die Wage auszuüben. Bald darauf



1596. Münzsortierwage von Seyß.

wird die Hülse i samt Armen k l niederwärts bewegt und dadurch der Wagbalken f freigegeben. Hat das Münzplättchen das richtige Gewicht, so bleibt der Wagbalken f ruhig stehen. Ist aber das Münzplättchen zu leicht, so neigt sich der Wagbalken f links nieder, und bald wird ein Reiter II von ihm durch die Kerbe 2 abgehoben, so daß der Wagbalken links etwas erleichtert wird. Ist das Münzplättchen innerhalb der zulässigen Grenze zu leicht, so bleibt der Wagbalken beinahe ruhig stehen. Ist aber das Münzplättchen noch zu leicht, so sinkt der Wagbalken tiefer, bis er am Stifte I von der Unterlage 1 gehemmt wird. Umgekehrt wird der Wagbalken f, wenn das Münzplättchen zu schwer ist, sich rechts neigen, so daß der Reiter III von ihm durch die Kerbe 3 abgehoben wird. Genügt diese Erleichterung, so bleibt der Wagbalken f ziemlich ruhig stehen. Anderenfalls senkt er sich weiter, so daß der Reiter IV, vielleicht auch der folgende V von ihm abgehoben wird. Genügt aber die Erleichterung noch nicht, so wird der Wagbalken am Stifte



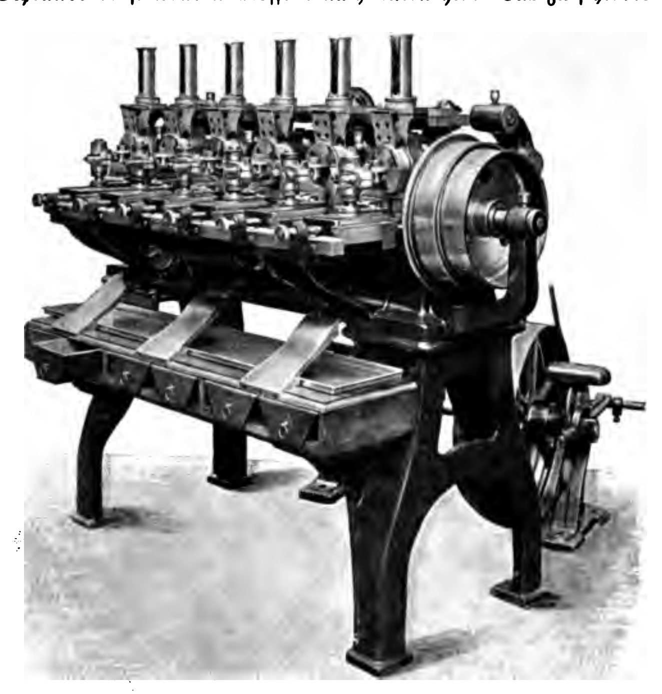
1597. Handschabevorrichtung der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Karlsruhe.

VI von der Unterlage 6 aufgehalten. Wenn seit dem Freigeben des Wagbalkens eine gewisse Zeit, innerhalb welcher er in jedem Falle zur Ruhe kommt, verflossen ist, so wird die Wagschale e durch nicht gezeichnete Klemmbacken selbstthätig festgehalten, während gleichzeitig die senkrechte Platte m mit den sechs schrägen Rinnen nach links gegen die Wagschale e vorgeschoben wird. Dabei bewegt sie den Schieber w nebst dem Boden r, so daß das Münzplättchen im Trichter freigegeben wird und nun an der krummen Leitschiene v herabgleitet und in eine der sechs Rinnen und durch dieselbe in den damit verbundenen Behälter fällt.

Zum Wiegen jeder Münzplatte sind 15—17 Sekunden erforderlich, daher können auf einer einzigen Wage täglich etwa 1500 Plättchen gewogen und gesondert werden.

Gewöhnlich hat eine Maschine zehn solche Wagen. Ein Arbeiter kann zwei dieser Maschinen bedienen, die täglich durchschnittlich etwa 30000 Münzplättchen sondern. Mit der Hand und der Justierwage allein könnte der Arbeiter in derselben Zeit höchstens 8000 Münzplättchen sondern.

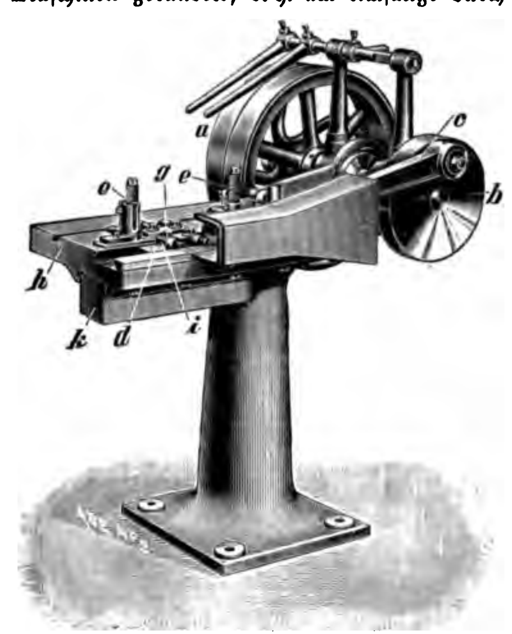
Die nun folgende **Berichtigung** der Münzplättchen wird entweder von Hand auf einer Vorrichtung, oder besser auf selbstthätigen Hobel- oder Schabmaschinen vorgenommen. Abb. 1597 zeigt eine Handschabevorrichtung. Der Handhebel läßt sich aufwärts und seitwärts um zwei sich kreuzende Bolzen und von rechts nach links oder umgekehrt um einen Zapfen drehen. Sein vorderer Vorsprung gleitet auf einer Bahn und begrenzt die Bewegung des mittels Schraube verstellbaren Messers nach unten hin. Das zu schwere Münzplättchen wird in die Vertiefung gelegt und der Handhebel von rechts nach links bewegt, so daß das Messer einen dünnen Span vom Münzplättchen abschabt, wodurch das letztere etwas leichter wird. Abb. 1598 veranschaulicht eine selbstthätige Schabmaschine, auf welcher fünf Münzplättchen zu gleicher Zeit geschabt werden können. Da die zu schweren Münzen in drei Gattungen gesondert sind, so hält es nicht schwer, an den Maschinen das Werkzeug nach einigen Versuchen so einzustellen, daß alle einer Gattung angehörigen Münzplättchen nach einmaligem Durchgange durch die Maschine das vorgeschriebene Gewicht erhalten. Auf einer Maschine werden 40—60 Münzplättchen in der Minute berichtigt, worauf sie nach der obigen Wage zurückwandern, um geprüft zu werden.



1598. Selbstthätige Schabmaschine der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Karlsruhe.

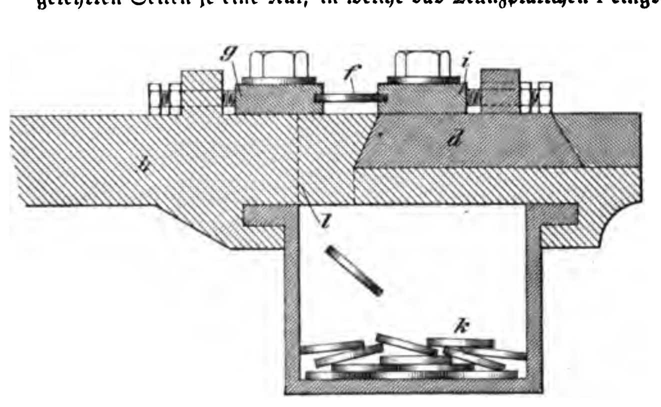
Die berichtigten Münzplättchen werden nun in einer schwach geneigten, sich langsam drehenden langen Trommel mit sehr verdünnter Schwefelsäure **fein gesotten**, d. h. von der schwärzlichen Oxydschicht befreit, so daß die Kupferplättchen hellrot, die Gold- und Silberplättchen aber die Farbe des reinsten Goldes oder Silbers zeigen. Die Schwefelsäure löst das Kupfer an der Oberfläche auf und läßt nur das edle Metall unverändert. Goldplättchen werden bisweilen noch durch Absieden in einer Auflösung von Salpeter, Kochsalz und Alaun schöner gefärbt. Die durch das Sieden ganz rein, aber nicht glänzend, sondern matt erscheinenden Metallplättchen werden in Drehtonnen mit Wasser und Kohlenpulver oder Sägespänen gescheuert und abgetrocknet. Die wertvolleren Münzen werden, da sie durch das Sieden einen geringen Bruchteil an Gewicht verloren haben, nochmals justiert, jedoch in vereinfachter Weise. Man wägt z. B. so viel Stücke, als auf 1 kg gehen, und wenn ausnahmsweise ein zu großes Gewicht sich ergibt, so wägt man die einzelnen Stücke und berichtigt die zu schweren durch nachträgliches Abschaben, wobei freilich die vom Sude hergebrachte Oberfläche beschädigt wird. Die Münzen sind nunmehr zum Prägen fertig.

Die Münzplättchen haben vom Ausstoßen her keinen glatten Rand, sondern der letztere ist mehr oder weniger rauh und uneben. Daher müssen die Münzplättchen auf Maschinen gerändelt, d. h. am Umfange durch Walzen zwischen zwei gehärteten Stahlschienen gedrückt oder gestaucht und dadurch geglättet werden. Zugleich entsteht auf beiden Seiten des Münzplättchens ein aufgeworfener Rand, der die Bildung des Stäbchens (s. oben) oder Reifens der Münze beim Prägen erleichtert. Kupfer- und Nickelmünzen bleiben am Rande glatt, dagegen erhalten Silber- und Goldmünzen am Rande eine Verzierung, um betrügerischer Wegnahme von Metall zu begegnen. Die Verzierung besteht aus Kerben, Schuppen, Blättern oder Punkten, bei den größeren Münzen aus einer Umschrift. Diese Verzierung ist bei den deutschen Reichsmünzen vertieft, bei französischen, belgischen und spanischen Goldmünzen erhaben.



1599. Doppelrändelmaschine von L. Schuler in Göppingen.

Abb. 1599 veranschaulicht eine Doppelrändelmaschine von Louis Schuler in Göppingen in der Gesamtansicht, während Abb. 1600 ein Schnitt durch den Tisch der Maschine ist. Von der Antriebsriemenscheibe a aus wird die Kurbelscheibe b umgedreht, so daß die damit verbundene Bleuelstange c den im Tische h gleitenden Schieber d hin und her bewegt. Der Schieber d trägt auf der oberen Seite zwei Rändeleisen i (Abb. 1600), von denen in Abb. 1599 nur das vordere sichtbar ist. Auf dem Tische h sind ebenfalls zwei Rändeleisen g festgemacht und durch Schrauben genau eingestellt. Die Rändeleisen g und i haben an den einander zugekehrten Seiten je eine Nut, in welche das Münzplättchen f eingreift. Je nachdem die Münzen einen glatten Rand oder einen Rand mit vertiefter Verzierung erhalten sollen, sind die erwähnten Nuten der Rändeleisen entweder glatt oder mit erhabenen Verzierungen versehen. Zwischen den Rändeleisen g i ist im Tische ein Loch l (in Abb. 1600 punktiert angedeutet) angebracht, durch welches die gerändelten Münzplättchen in den Kasten k herabfallen. Die Münzplättchen werden in die zwei Becher e (ähnlich wie a in Abb. 1596) gefüllt. Das unterste Münzplättchen im Becher e vorn wird von einem nicht sichtbaren Arme am Schieber d bei dem Hingange des letzteren durch einen Schlitz abgeschoben und gelangt zwischen die beiden Rändeleisen g und i (Abb. 1600). Hier wird es erfaßt, und während das Rändeleisen g feststeht, bewegt sich das andere Rändeleisen i mit dem Schieber d und wälzt das Münzplättchen am Rändeleisen g entlang, wobei das Münzplättchen gewaltsam auf einen etwas kleineren Durchmesser gepreßt oder gestaucht wird, wodurch die aufgeworfenen Ränder entstehen. Hat der Schieber einen Weg gleich dem halben Umfange des Münzplättchens zurückgelegt, also das letztere eine halbe Umdrehung gemacht, so ist es am ganzen Rande gerändelt und fällt durch das Loch l in den Kasten. Der Schieber geht aber noch weiter und gelangt mit seinem anderen Ende bald vor den hinteren Becher e, aus dem er das unterste Münzplättchen herausschiebt. Das letztere wird in der-

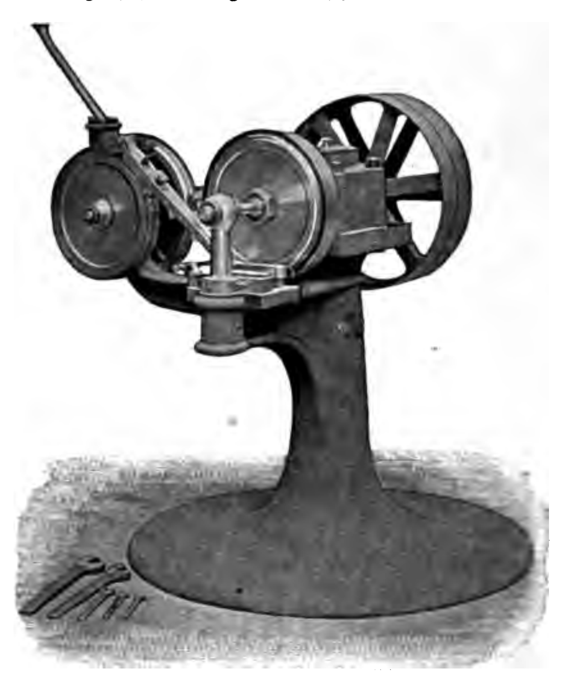


1600. Schnitt durch den Tisch der Doppelrändelmaschine.

selben Weise zwischen dem anderen Rändeleisenpaare gerändelt und fällt durch das Loch l in den Kasten. Der Schieber geht weiter nach vorn, worauf der oben beschriebene Vorgang sich wiederholt.

Die Kurbelscheibe l macht 60 Umdrehungen in der Minute, daher vermag die Maschine $2 \times 60 = 120$ Münzplättchen in der Minute und 7200 Stück in der Stunde zu rändeln.

Es gibt noch andere Maschinen, z. B. mit vier Paaren geraden Rändeleisen wie vorher, oder Maschinen mit bogenförmigen Rändeleisen. Bei einer neueren Maschine nach Jones (Abb. 1601) dreht sich um eine wagerechte Achse eine senkrechte Scheibe von etwa 300 mm Durchmesser mit einer Nut auf einer Seite nahe dem Umfange. Das hierzu gehörige feste Rändeleisen hat in der senkrechten Wand, welche der Scheibe zugekehrt ist, eine kreisbogenförmige Nut, welche mit derjenigen der Scheibe genau gleich läuft. Die Münzplättchen werden von einer Seite auf einer schrägen Rinne zugeführt und zwischen Scheibe und Rändeleisen mehrere Male gewälzt, worauf sie vollkommen rund herausfallen. Da die Münzplättchen dicht hintereinander folgen, so vermag die Maschine in der Minute 700 Stück und in der Stunde 42000 Stück glatt zu rändeln. Doch können natürlich keine Inschriften in die Ränder der Münzplättchen eingeprägt werden.


1601. Jones' Rändelmaschine der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Karlsruhe.

Das **Prägen** der Münzen, das Aufdrücken der Vorder- und Rückseite, des Avers und Revers, wird mittels zweier vertieft gravierter stählerner Stempel verrichtet, welche gehärtet und gelb angelassen sind, und zwischen denen ein jedes Münzplättchen einem nur augenblicklichen, aber sehr starken, kraftvollen Stoße ausgesetzt wird. Als Prägmaschine benutzte man früher eine Stoßmaschine mit senkrecht wirkender Schraubenspindel. Abb. 1602 zeigt eine solche Maschine von ganz alter Bauart. Die Schraubenspindel hat statt eines Schraubenganges deren drei, die sich nebeneinander um die Spindel herumwinden. Dadurch erhält die Schraubenspindel eine sehr starke Neigung, so daß sie sich bei der Umdrehung sehr schnell hoch hebt und ebenso schnell fällt, und zwar mit größerer Gewalt, da bei starker Steigung die Reibung weniger Kraftverlust verursacht. Die drehende Bewegung wird der Schraubenspindel durch einen Schwengel mitgeteilt, dessen Arme mit schweren Kugeln versehen sind, um den Schwung und Stoß zu verstärken. Zur Bewegung des Schwengels sind mehrere Arbeiter erforderlich. Abb. 1603 veranschaulicht einen senkrechten Schnitt durch eine ähnliche Stoßmaschine späterer Bauart, um die Wirkungsweise besser zu erklären. Darin ist A A die starkgängige Schraubenspindel, an deren sechseckigem Kopfe B der Schwengel sitzend zu denken ist. Die Schraubenspindel steckt fast ganz in einer Mutter N N von Bronze, welche ihrerseits in das massive gußeiserne Gestell oder den Prägstock eingeschraubt ist. Bei dem Abwärtsgehen stößt die Spindel mit ihrem gehärteten Ende I sehr heftig auf den stählernen Prägkloß K. Um diesen fortwährenden Stößen zu widerstehen, würden Schrauben oder andere Mittel zur Befestigung des Endstückes I in der Schraubenspindel A A nicht ausreichen, da sie bald locker werden und sich abnutzen. Deshalb benutzt man das folgende Verfahren zur Befestigung des Endstückes, welche dann unverwüstlich ist. Das Loch für den Zapfen Q des Endstückes wird in der Spindel a etwas zu eng gebohrt und die Spindel dann glühend gemacht, wodurch sie sich ausdehnt, das Loch sich also so viel erweitert, daß der Zapfen Q kalt eingeschoben werden kann. Beim Erkalten zieht sich die Spindel wieder zusammen und hält den Zapfen Q außerordentlich fest.

Der Prägklotz K ist ein wenig ausgehöhlt, aber weniger, als die Erhabenheit des Spindelendes I beträgt, so daß beide Flächen sich genau genommen nur in einem Punkte berühren; der Gebrauch aber vergrößert die Berührungsflächen sehr bald. Die durch die Spindel vermittelte auf- und absteigende Bewegung teilt sich dem Oberstempel G mit; die beiden sich berührenden Flächen von G und K sind ganz wagerecht. Der Unterstempel P ruht auf der Unterlage D, welche im Boden des Gestelles eingebettet ist. Das zu prägende Münzplättchen wird in den Zwischenraum geschoben, der sich zwischen Oberstempel G und Unterstempel P befindet und sich durch das Steigen der Spindel A vergrößert. Es geschieht dies entweder mit der Hand oder mittels mechanischer Vorrichtungen, welche in Abb. 1603 der Deutlichkeit wegen weggelassen sind. Die stählernen Stempel enthalten das Gepräge, das die Münze zeigen soll, verkehrt und vertieft, und



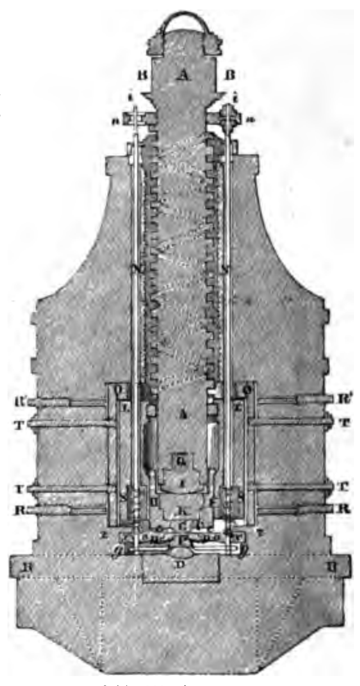
1602. Prägmaschine alter Bauart. (Zu S. 699.)

die Ränder liegen genau senkrecht übereinander. Die Stempel müssen sehr hart sein, da sie einen ungeheueren Druck auszuhalten haben. Der Unterstempel ist auf der unteren Seite hohl gewölbt, und die Unterlage D ist oben gewölbt, so daß der Unterstempel seine Stellung etwas ändern kann, im Falle der Druck nicht überall gleichmäßig, d. h. das Münzplättchen nicht durchgängig genau gleich ist.

Der Raum zwischen Ober- und Unterstempel, in welchem das Münzplättchen liegt, ist von einem stählernen Ringe ee, dem sogenannten **Prägringe**, umgeben, dessen Öffnung genau den Durchmesser der Münze hat und der durch vier Federn o p auf seinem Platze erhalten wird. Der Prägring dient dazu, dem Münzplättchen die kreisrunde Gestalt zu erhalten und das Metall desselben am Ausweichen unter dem gewaltigen Drucke zwischen Ober- und Unterstempel zu verhindern, wodurch sonst das Münzplättchen im Durchmesser vergrößert, im Gepräge mangelhaft und außerdem unrund ausfallen würde. Dies ist bei den Münzen aus früheren Jahrhunderten ausnahmslos und bei den Münzen aus dem vorigen Jahrhundert zum Teil der Fall. Durch den Prägring werden alle Münzen gleich groß gemacht. Vor und bei dem Prägen steht der obere Rand des Prägringes um etwas mehr als die Dicke der Münzplatte höher als die gravierte Fläche des Unter-

stempels; wenn aber der Oberstempel nach dem Stoße aufsteigt, so hebt sich entweder der Unterstempel, oder der Ring senkt sich, so daß die geprägte Münze aus dem Ringe herauskommt und zur Seite geschoben werden kann. Während dann der Oberstempel wieder herabzugehen beginnt, treten alle Teile der Maschine in ihre alte Lage zurück, und es kann ein neues Münzplättchen in den Ring gelegt werden.

Der Prägring war bisher stillschweigend als aus einem Stücke bestehend vorausgesetzt. Da das Münzplättchen in den Prägring hineingehen und nach dem Prägen als Münze wieder herauskommen muß, so folgt, daß der einteilige Prägring nur zum Prägen von Münzen dient, welche entweder einen glatten oder gekerbten Rand oder einen Rand mit vertiefter Verzierung erhalten sollen. Für Münzen, deren Rand eine erhabene Verzierung oder Inschrift erhalten soll, wie dies bei französischen, belgischen und spanischen Münzen (s. oben) der Fall ist, kommt ein Prägring in Anwendung, welcher aus drei Teilen besteht. Diese sind auf der Innenseite vertieft graviert und umfassen jeder ein Drittel des Umfanges des Münzplättchens. Die Vertiefungen drücken sich beim Prägen an der Münze erhaben ab. Beim Heben des Oberstempels klaffen die drei Teile des Prägringes infolge ihrer Federkraft etwas auseinander, so daß die Münze frei herauskommen kann. Deshalb heißt dieser Prägring ein Springring.



1608. Durchschnitt einer Spindelpresse (Stoßmaschine).

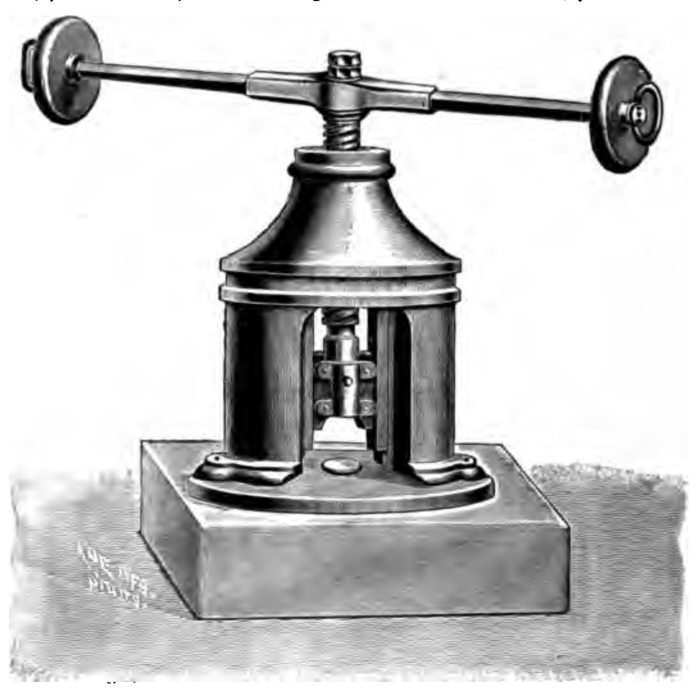
Die Teile K C, welche den Oberstempel G enthalten, sind in eine Büchse H F eingeschlossen, welche mittels der Ansätze L L in dem Falze O sich senkrecht auf und ab bewegen kann. Durch den Stoß der Schraubenspindel A wird diese Büchse H F mit dem Oberstempel abwärts getrieben, durch die Spiralfedern S S aber wieder emporgehoben, sobald die Schraubenspindel A steigt. Die letztere nimmt aber beim Steigen den Ring n n mit in die Höhe und dieser die Stäbe i i, welche an ihrem unteren Ende den Ring g g tragen, auf dem der Unterstempel P ruht. Daher muß dieser mit emportreten, sich durch den Prägring drängen und die geprägte Münze aus demselben herausheben, da der Ring e e durch die Platte x x in z z gehalten wird. Die Schrauben R R' und T T' dienen dazu, die Büchse H F in Stellung und Gang zu regeln.

Wir haben schon erwähnt, daß das Einlegen der Münzplättchen in den Prägring bei den älteren Prägmaschinen mit der Hand geschah, daß man aber bei den neueren Prägmaschinen einen mechanischen Zuführer angebracht hat, welcher durch die Schraubenspindel A mitbewegt wird und das Münzplättchen in den Prägring schiebt, die fertige Münze aber in einen nebenstehenden Korb schleudert, so daß der Arbeiter nur die Münzplättchen in den Zuführer zu bringen und die fertigen Münzen fortzuschaffen hat.

Die Prägstempel haben eine sehr verschiedene Lebensdauer. Manchmal zerspringen sie schon bei den ersten Prägungen, andere setzen sich, d. h. nehmen wegen unvollkommener oder nicht tief genug eingedrungener Härtung Vertiefungen an. Wenn ein Stempel weder zerspringt, noch sich setzt, also lange Zeit gebraucht wird, so verliert er dennoch nicht nur an Glanz, sondern auch an Schärfe des Gepräges, indem die Ränder der vertieften Gravierung sich abrunden. Ein und dasselbe Paar Stempel hält im Durchschnitt etwa 20000 bis 60000 Prägungen aus, je nach Größe und Beschaffenheit der Münzen, ehe es als unbrauchbar beiseite gelegt werden muß. Sehr vorzügliche Stempel halten zuweilen 300000 und selbst 500000 Prägungen aus, was gewiß eine ganz ungeheure Leistung zu nennen ist.

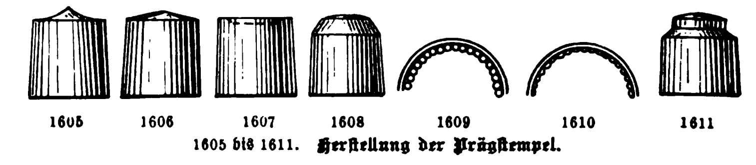
Die Herstellung der Prägstempel geschieht in folgender Weise. Zuerst wird ein Wachsmodell in vergrößertem Maßstabe und meist mit erhabener Gravierung (ähnlich

wie auf der fertigen Münze, jedoch ohne die Randeinfassung) angefertigt. Vom Wachsmodelle wird mittels Gipsabgusses ein Gipsmodell und von letzterem durch Formen und Gießen ein Gußeisenmodell gewonnen. Das letztere wird in eine Reduzierkopiermaschine am Ende einer Welle und das zu gravierende Stahlstück am Ende einer anderen der ersten parallelen Welle eingespannt. Wird die Maschine in Gang gesetzt, so drehen sich beide Wellen gleichmäßig um, während ein Stift an einem Hebel auf die Mitte des Modelles angedrückt und von derselben aus allmählich nach dem Rande zu verschoben wird, so daß er eine spiralförmige Bahn mit engen Windungen auf dem Modelle beschreibt und den Erhöhungen und den Vertiefungen desselben folgend den Hebel hin und her bewegt. Diese Bewegungen des Hebels werden verkleinert auf einen Drehstahl an seinem anderen Arme übertragen, der nun eine verkleinerte Spirale auf dem Stahlstücke beschreibend mehr oder weniger tief in dasselbe einschneidet und feine Späne davon abtrennt. Nach mehrmaligem Überarbeiten des Stahlstückes, wobei der Hebel jedesmal etwas stärker angedrückt wird, erhält man auf dem Stahlstücke eine verkleinerte Nachbildung des Modells. Die fehlenden feineren Züge werden durch höchst sorgfältiges Gravieren aus freier Hand hergestellt. Diese Prägung ist gewöhnlich erhaben, weil sie sich leichter gravieren läßt, als eine vertiefte Prägung. Der Stempel wird schwach konisch, am Rande aber stark konisch abgedreht, dann gut gehärtet und von einem schmiedeeisernen Binderinge umgeben.



1604. Senkwerk von C. Schuler in Göppingen.

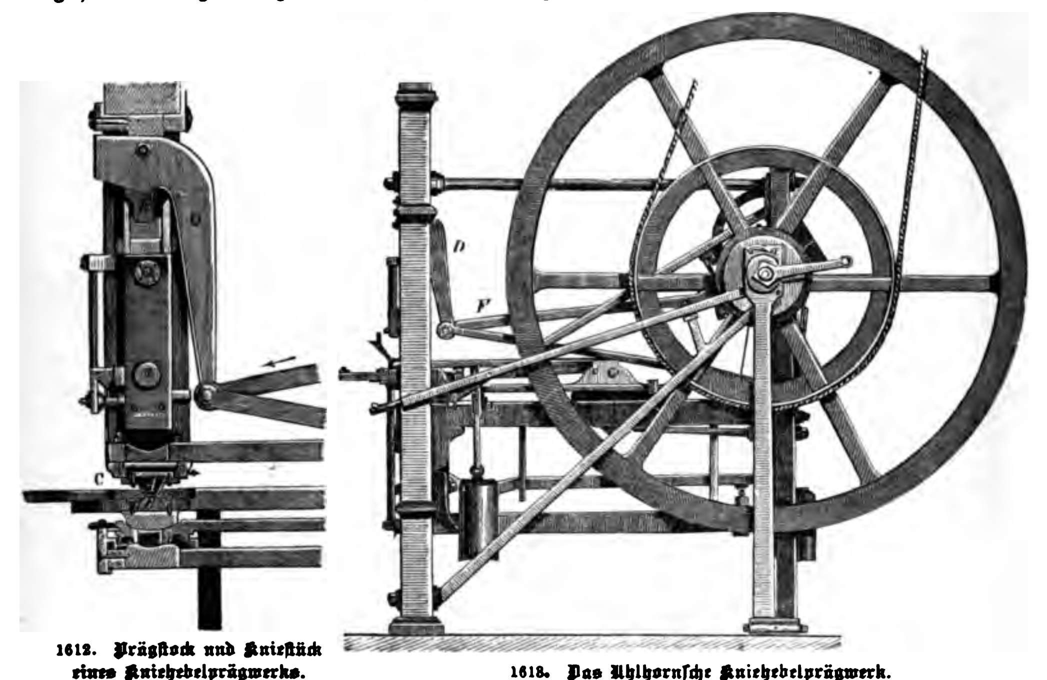
Da die Prägstempel eine vertiefte Prägung haben müssen, so muß ein zweiter Stempel nach dem ersten hergestellt werden, was in folgender Weise geschieht. Der erste Stempel wird auf einer der oben beschriebenen Stoßmaschinen (Spindelpressen; Abb. 1602 u. 1603), in neuerer Zeit auf einer eigenen Spindelpresse für Handbetrieb (Abb. 1604), „Senkwerk" genannt, in das untere Ende der Schrauben-



1605 bis 1611. Herstellung der Prägstempel.

spindel gesteckt und statt des Münzplättchens ein weiches Stahlstück von der Form der Abb. 1605 oder 1606 eingesetzt. Durch oft wiederholtes Niedertreiben der Schraubenspindel überträgt der Stempel seine Prägung allmählich auf das Stahlstück und zwar verkehrt, d. h. vertieft. Diese Arbeit, das „Absenken" genannt, erfordert große Umsicht und Erfahrung, um Risse im ersten Stempel zu vermeiden. Es dürfen auf das Stahlstück nur leichte, aber sehr oft

wiederholte Stöße ausgeübt werden, welche die Prägung im Stahlstücke ganz allmählich vertiefen. Nach je 7 oder 8 Stößen wird das Stahlstück hart und spröde, deshalb muß es ausgeglüht und dadurch weich gemacht werden, ehe die Arbeit fortgesetzt wird. Ist das vertiefte Gepräge im Stahlstücke schließlich fertig, so hat das letztere etwa die Gestalt wie in Abb. 1607, wobei die (punktiert angedeutete) vertiefte Prägung von einem hohen Rande überragt wird. Dieser Rand wird abgedreht und die Stempeloberfläche auf kupferner Scheibe mit Schmirgel abgeschliffen, wodurch der zweite Stempel die Gestalt von Abb. 1608 erhält. Nun wird auf der Stempeloberfläche durch Ziehen von Kreislinien und Radieren die Lage der Umschrift und des Perlenrandes aufgezeichnet. Dann werden mit harten Stahlpunzen die Buchstaben und Perlen eingeschlagen. Zur Erzeugung des Stäbchens (Reifen am Rande) wird der Stempel am Rande so abgedreht, daß entweder die Perlen vollständig (Abb. 1609) oder nur teilweise (Abb. 1610) stehen bleiben. Darauf wird der Stempel mit großer Vorsicht gehärtet und gelb angelassen und ist nun fertig.



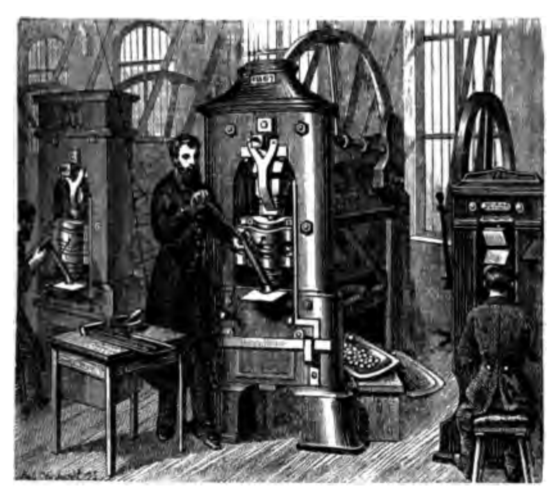
1612. Prägstock und Kniestück eines Kniehebelprägwerks.

1613. Das Uhlhornsche Kniehebelprägwerk.

Da aber die Herstellung dieses Stempels mit hohen Kosten verbunden ist und er vielleicht schon bei der ersten Prägung zerspringen kann, so wird er nicht zum Prägen benutzt, um so weniger, als alle Münzen genau gleich ausfallen sollen. Man benutzt ihn vielmehr als Urstempel, d. h. man erzeugt mit seiner Hilfe durch Absenken, ähnlich wie oben, einen dritten Stempel mit erhabener Prägung, den sogenannten Modellstempel. Von diesem werden wieder durch Absenken die eigentlichen Prägstempel erzeugt. Die Prägstempel werden nach Fertigstellung in die richtige Gestalt nach Abb. 1611 gebracht und gehärtet. Sie gleichen dann dem Urstempel und werden zum Prägen verwendet. Ist ein Prägstempel abgenützt, so wird mit Hilfe des Modellstempels ein neuer Prägstempel angefertigt, so daß der Urstempel nicht in Anspruch genommen zu werden braucht. Sind in einem Lande mehrere Münzwerkstätten, so pflegt der Urstempel in der Hauptwerkstätte (für das Deutsche Reich in Berlin) aufbewahrt zu werden.

Die früher beschriebene Stoßmaschine oder Spindelpresse für Handbetrieb (Abb. 1602, 1604) ist den Arbeitern nicht ungefährlich und vermag in einer gegebenen Zeit nur eine sehr mäßige Anzahl Münzen zu prägen. Um die Leistung zu erhöhen, hat man die Spindelpresse für Kraftbetrieb eingerichtet, wie die in Abb. 1526 dargestellte Prägmaschine

von L. Schuler in Göppingen zeigt. Die Schraubenspindel ist mit einem Schwungrade b statt des Schwengels versehen und kann in folgender Weise von der Antriebswelle c aus gehoben und gesenkt oder angehalten werden. Auf der Welle c sitzen am linken Ende eine feste und eine lose Riemenscheibe d d, von denen die Losscheibe beim Nichtgebrauche beständig durch einen Riemen umgetrieben wird. Wenn der in der Grube vor der Maschine sitzende Arbeiter die Stange h hebt und nach links verschiebt, dadurch aber den Riemen von der Losscheibe nach der Festscheibe bringt, so treibt der Riemen die Welle c um. Die letztere ist in ihrer Längsrichtung verschiebbar, so daß nach Belieben die eine Reibscheibe e oder die andere f gegen das Schwungrad b angedrückt werden kann. Die Verschiebung der Welle c wird vom Arbeiter durch den Handhebel i, die Stange k und den Winkelhebel n bewirkt. Wird der Handhebel i niederwärts bewegt und dadurch die linke Reibscheibe e gegen das Schwungrad b angedrückt, so wird das letztere durch die Reibung mitgenommen und dadurch die Schraubenspindel a niederwärts bewegt. Wird der Handhebel i aber aufwärts bewegt und dadurch die andere Reibscheibe f gegen das Schwungrad b angedrückt, so dreht sich das letztere in der entgegengesetzten Richtung, und die Schraubenspindel a steigt empor. Damit die Schraubenspindel a weder zu tief herabgeht, noch zu hoch hinaufgeht, ist die Stange k mit zwei verstellbaren Knaggen l l versehen, gegen welche abwechselnd der Arm am Schlitten m im geeigneten Augenblicke anstößt.


1614. Prägmaschinen.

Dadurch wird die eine oder die andere Reibscheibe e oder f vom Schwungrade entfernt, so daß dieses nicht weiter gedreht wird, sondern stehen bleibt.

Diese Spindelpresse hat jedoch noch immer eine viel zu geringe Leistungsfähigkeit für die Münzfabrikation und eignet sich daher nur zum Absenken von Prägstempeln und zum Prägen von Medaillen oder dergl., welche während des Prägens mehrere Male geglüht werden müssen, bis sie die gewünschte hocherhabene Prägung erlangt haben.

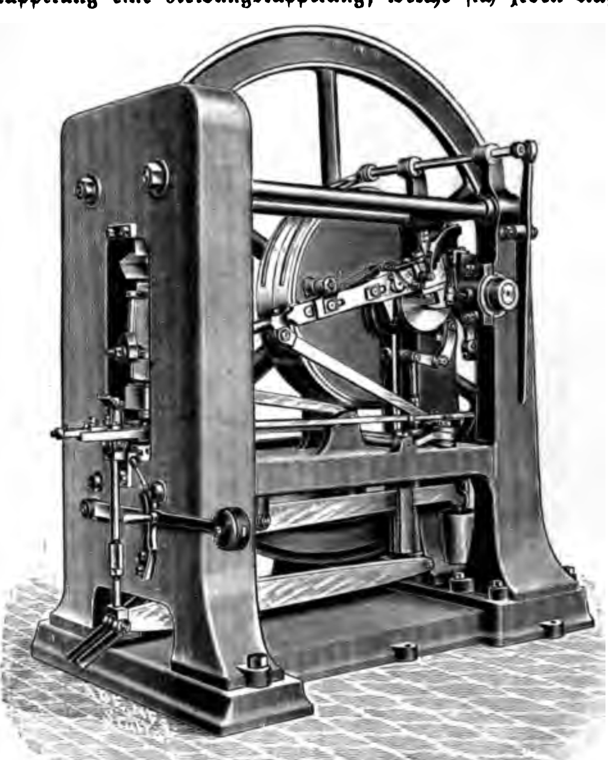
Zum Prägen der Münzen, welche mit einem einzigen Drucke hergestellt werden müssen, erfand D. Uhlhorn in Grevenbroich bei Aachen seine Kniehebelpresse, welche seit 1817 überall Verbreitung gefunden hat. Diese Prägmaschine ist in der Gesamtansicht durch Abb. 1613 und in der hauptsächlichen Einrichtung durch Abb. 1612 wiedergegeben. Man vergleiche auch Abb. 1614. Ihre Wirkungsweise ist ziemlich leicht zu begreifen. A (s. Abb. 1612) ist der Oberstempel, B der Unterstempel; zwischen beide legt ein Schieber das zu prägende Münzplättchen ein und wirft vorher die fertig geprägte Münze zur Seite, nachdem dieselbe durch Senkung des Prägringes C frei geworden ist. Auf der Schwungradwelle in Abb. 1613 rechts oben ist eine runde Scheibe exzentrisch aufgekeilt, welche bei der Umdrehung durch den sie umgebenden Bügel die Stange F in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Daher erteilt die Stange F dem gekröpften Hebel D eine pendelnde Bewegung, welche sich auf den Kniehebel E (s. Abb. 1612) überträgt, so daß derselbe abwechselnd eine senkrechte Lage wie in Abb. 1612 und eine schräge Lage nach rechts hin annimmt. Geht der Kniehebel E von rechts nach links aus der schrägen Lage in die gezeichnete senkrechte Lage, so drückt er durch den zweiten, sich um den durch einen Kreis angedeuteten Zapfen drehenden Kniehebel darunter den Schieber unten samt Oberstempel A niederwärts, und es findet die Prägung statt. Geht aber der Kniehebel aus der gezeichneten senkrechten Lage nach rechts in die

schräge Lage, so nimmt er den zweiten Kniehebel mit in die schräge Lage und hebt durch denselben den Schieber samt Oberstempel A in die Höhe. Zu gleicher Zeit wird der Prägring C, der in einem wagerechten Hebel eingelassen ist, mit diesem von der Schwungradwelle aus durch eine besondere Übertragung gesenkt, so daß die fertige Münze ganz frei auf dem Unterstempel liegt und bald von dem erwähnten Schieber zur Seite geschoben werden kann. Während dies geschieht, hebt sich der Prägring samt Hebel wieder, so daß das vom Schieber vorwärts geschobene frische Münzplättchen richtig durch die Öffnung des Prägringes auf den Unterstempel fällt. Nachdem der Schieber zurückgezogen ist, senkt sich der Oberstempel wieder und prägt das Münzplättchen, worauf sich der beschriebene Vorgang wiederholt. Der Arbeiter hat weiter nichts zu thun, als die Münzplättchen in eine hohe Röhre zu füllen (s. Abb. 1614) und die Münzen fortzutragen. Die Maschine ist mit Vorrichtungen ausgerüstet, um Beschädigungen zu verhüten, die dadurch entstehen könnten, daß der Schieber einmal gar kein Münzplättchen unterlegte, oder dasselbe nicht vollständig in den Prägring einführte, oder daß anderenfalls eine geprägte Münze nicht weggeschoben würde und ein neues Münzplättchen auf sie zu liegen käme. In solchen Fällen stellt die Maschine ihre Bewegung von selbst augenblicklich ein. Eine wichtige Einrichtung an der Maschine besteht darin, daß der Unterstempel im Augenblicke des Prägens eine geringe Drehung um seine senkrechte Achse macht, wodurch das scharfe Ausprägen sehr gefördert und eine weit geringere Kraft erfordert wird, indem das Metall durch diese Drehbewegung des Unterstempels gewissermaßen schraubenartig in die Vertiefungen hineingebracht wird. Die Kniehebelpresse liefert ganz gleichmäßige Prägungen, was bei der früheren Stoßmaschine nicht wohl der Fall ist, da der Schwengel mit verschiedener Kraft bewegt werden kann. Da bei jeder Umdrehung der Schwungradwelle eine Münze geprägt wird, so hat man es in der Gewalt, die Leistung der Maschine innerhalb gewisser Grenzen zu regeln, indem man ihre Geschwindigkeit vergrößert oder verringert. Eine einzige Kniehebelpresse prägt in der Minute 40 bis 45 größere, oder 50 bis 55 mittlere oder 60—70 kleinere Münzen. Die Prägmaschine erfordert weniger Raum und kein so schweres Fundament, wie die alte Stoßmaschine (Spindelpresse). Es sei noch bemerkt, daß die Firma D. Uhlhorn seit 1878 erloschen ist und ihre Prägmaschine mit einigen Abänderungen von anderen Firmen, darunter Ludw. Loewe & Co., Aktien-Gesellschaft in Berlin NW., Louis Schuler in Göppingen, gebaut wird. Abb. 1615 zeigt die von der erstgenannten Firma gebaute Prägmaschine in der Gesamtansicht, Abb. 1616 dagegen diejenige von L. Schuler in Göppingen. Letztere Maschine kennzeichnet sich dadurch, daß die Uhlhornsche Sicherung gegen Beschädigung der Prägstempel, welche sich als nicht ganz zuverlässig erwies, durch eine neue ersetzt ist. Diese läßt bei



1615. Prägmaschine von Ludw. Loewe & Co. in Berlin.

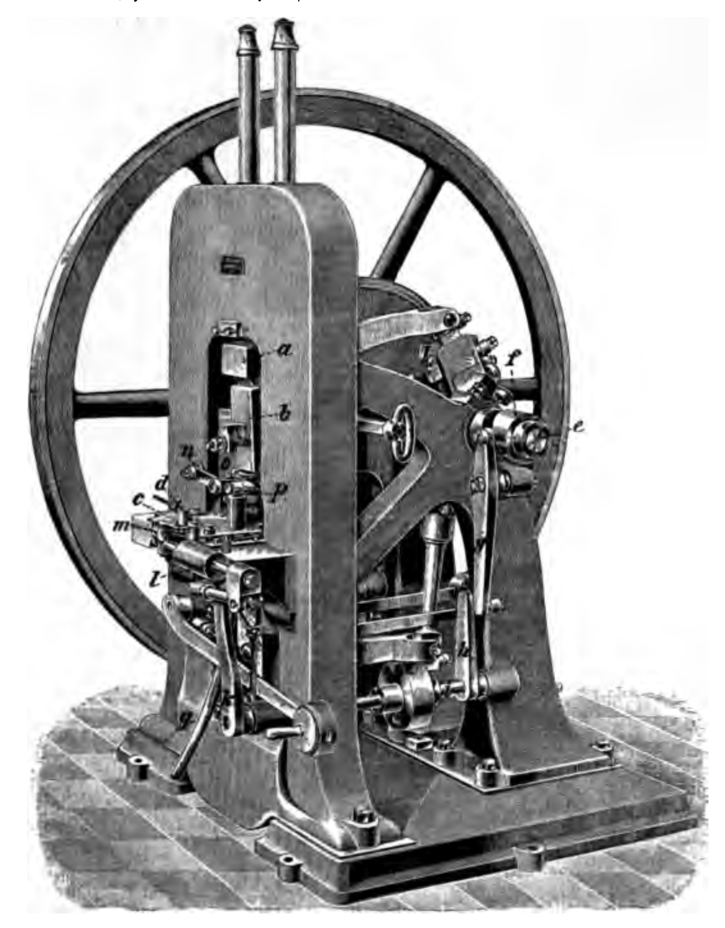
eintretenden Fehlern die Maschine ungestört laufen und unterbricht nur die Verbindung zwischen Prägstempel und Kurbelwelle. Es ist nämlich die schwach geneigte Schubstange, welche die Kurbelwelle rechts oben mit dem Kniehebel (hinter dem Gestell links) verbindet, nicht aus einem Stücke, sondern aus zwei Teilen hergestellt, die während jeder Kurbelumdrehung einmal auf kurze Zeit gekuppelt werden, um den Druck auf den oberen Prägstempel zu übertragen. Während der übrigen Zeit dagegen lassen sich die Teile beliebig zusammenschieben und auseinander ziehen. Treten die angedeuteten Fehler ein, so werden die Teile der Schubstange nicht gekuppelt und der obere Prägstempel erfährt keinen Druck. Außerdem hat die Maschine auf der Kurbelwelle statt der Uhlhornschen Zapfenkuppelung eine Reibungskuppelung, welche sich jeden Augenblick stoßfrei ein- und ausrücken läßt, um die Maschine in Gang zu setzen bezw. abzustellen.



1616. Prägmaschine von L. Schuler in Göppingen.

Beim Prägen dünner Münzen zeigt die Uhlhornsche Prägmaschine gewisse Mängel. Die geprägte Münze sitzt nämlich ziemlich fest im Prägringe und erfordert eine gewisse Kraft zum Ausdrücken, daher springt die leichte Münze beim Freiwerden auf. Die dabei entstehende Erschütterung kann leicht veranlassen, daß das nächstfolgende dünne Münzplättchen aus dem Zubringer entspringt, statt in den Prägring zu fallen, und dadurch einen Fehldruck veranlaßt. Zur Vermeidung dieses Übelstandes baut Louis Schuler in Göppingen neuerdings seine in Abb. 1617 dargestellte, patentierte Prägmaschine zum Prägen dünner Münzen. Dieselbe ist eine doppelte Kniehebelpresse, d. h. sie hat außer dem oberen Kniehebelpaare a b für den Oberstempel noch ein unteres Kniehebelpaar für den Unterstempel. In der Mitte zwischen beiden Kniehebelpaaren ist ein runder Drehtisch c mit acht Prägringen angebracht; darüber ist ein kleiner Deckel mit dem gemeinschaftlichen Aufgabebecher d vorn angeordnet. Zu jedem Prägringe gehört ein Zubringer, welcher hinten in eine Kurvennut im Deckel eingreift, so daß er bei der Drehung des Tisches mit diesem zugleich gedreht und in seiner Führung gleitend verschoben wird, folglich aus dem Becher d ein Münzplättchen herausschiebt und in den Prägring fallen läßt, worauf er zurückgeht. Damit das Münzplättchen nicht aus dem Prägringe herausfällt, wenn es über die Öffnung der Tischunterlage zwischen Oberstempel und Unterstempel gelangt, sind über letzterem in der Unterlage zwei gegenüber liegende, halbkreisförmig ausgeschnittene Schieber angebracht, welche das Münzplättchen empfangen. Sie werden durch eine Feder zusammengepreßt, so daß sie eine kleinere Öffnung zwischen sich lassen, als das Münzplättchen zum Durchfallen erfordert. Die Ausschnitte der Schieber sind nach unten zu konisch und gestatten folglich dem Unterstempel, beim Aufgange die Schieber auseinander zu treiben und das Münzplättchen in die Mitte des Präg-

ringes zu bringen, um es hier in Gemeinschaft mit dem Oberstempel zu prägen. Darauf entfernen sich Ober- und Unterstempel voneinander und lassen den Tisch c frei, der sich so umdreht, daß der nächstfolgende Prägring mit dem darin befindlichen Münzplättchen über die Öffnung in der Tischunterlage zwischen Oberstempel und Unterstempel gelangt. Die Drehung des Tisches c erfolgt von der Kurbelwelle e aus durch die sichtbare Kurvennutscheibe f, die nach unten reichende Hebelübersetzung g h, die untere, wagerechte Welle i und den links auf derselben sitzenden aufrechten Hebel k, die wagerechte Stange l vor dem Tische und durch Sperrklinken, von denen die eine m den Drehtisch c



1617. Prägmaschine zum Prägen dünner Münzen. (L. Schuler in Göppingen.)

ruckweise dreht und die andere ihn zum Prägen anhält. Am Gestelle ist über dem Tische ein schwach gekröpfter Hebel n drehbar gelagert, der in seiner Mitte mit dem Schlitten o des Oberstempels verbunden ist und an seinem Ende (in der Abbildung vorn) den Ausstoßer p trägt. Beim Niedergange des Oberstempels tritt der Ausstoßer p in den unter ihm befindlichen Prägring ein und stößt die darin befindliche geprägte Münze aus. Diese fällt dann in eine Rinne v, ohne aufspringen zu können.

Wenn zufällig kein Münzplättchen in einem Prägringe sein sollte, so wird die Maschine nicht wie die Uhlhornsche angehalten, sondern der Unterstempel bleibt durch eine eigentümliche Einrichtung in der Bewegung des unteren Kniehebelpaares vom Oberstempel entfernt, so daß die zwei Stempel sich gar nicht berühren oder beschädigen können.

Namen- und Sachregister.

A = Abbildung, T = Tafel, die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.

Spamers Grosser Hand-Atlas.

150 **Kartenseiten** nebst alphabetischem Namenverzeichnis.

Hierzu 150 **Folio-Seiten Text,**

enthaltend eine **geographische, ethnographische** und **statistische Beschreibung aller Teile der Erde**

von Dr. **Alfred Hettner,** a. o. Prof. an der Universität Heidelberg.

Mit ca. 600 topographischen, physikalischen, ethnographischen, historischen und statistischen Karten und Diagrammen.

Zweite Auflage.

Zu beziehen: In Halbfr. geb. Preis 20 M., oder in 32 Lieferungen zu je 50 Pf. Gesamtpreis 16 M.



Mit diesem Hand-Atlas ist zu wirklich billigem Preise ein Kartenwerk geschaffen, das nicht nur gelegentlich als Nachschlagewerk dienen, sondern zugleich ein **Bildungsmittel von dauerndem Werte** sein soll, das man **jederzeit** mit Interesse zur Hand nehmen kann. Die sonst nirgends gebotene Vereinigung der Karten eines großen Hand-Atlas mit einem von einem ausgezeichneten Fachmanne bearbeiteten **Abriß der Geographie** und mit **Hunderten** von **kleinern Detail- und Übersichtskarten** ist in ganz besonderem Maße geeignet, anregend und instruktiv zu wirken, und dürfte für viele, ja die meisten, den Besitz eines derartigen Werkes erst wirklich fruchtbringend gestalten.

